

A *Hosta* 'Gold Drop' fajtával folytatott kísérletek eredményei

A felszaporítást BA, BAR, KIN, TOP és Titavit tartalmú táptalajok különböző koncentrációit tartalmazó közegeken végeztük, fél MS alaptáptalajon, minden táptalaj 0,05 mg/l IVS-t, 20 g/l szacharóz-t, és 11 g/l agar-agart tartalmazott.

- **Eredmények BA kiegészítésű táptalajokon** (Koncentrációk: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 mg/l) A kontroll, valamint a BA tartalmú táptalajokon kapott **sarjszám**-átlagok Games-Howell-féle páronkénti összehasonlításával 0,99 %-os valószínűséggel a kontrollhoz képest 0,75 mg/l BA kiegészítésnél fejlődött szignifikánsan több (3 db) sarj. A **sarjak hosszát** tekintve, a kontrollhoz viszonyítva szignifikáns eltérés 0,99%-os valószínűségi szinten jelentkezett, minden koncentráció mellett, a sarjak a leghosszabbra – 18,35 mm-re – nőttek 0,5 mg/l BA esetén. A BA-t tartalmazó táptalajokon spontán **gyökeresedést** is megfigyeltünk, a sarjak 10 (0,25 és 1,0 mg/l), illetve 20 (0,5 és 0,75 mg/l) százaléka fejlesztett gyökeret. A kontrollhoz (10,67 mm) képest a Games-Howell-féle páronkénti összevetés alapján 0,99%-os szinten majdnem mindegyik BA-koncentráción szignifikánsan rövidebb gyökerek fejlődtek, kivéve 0,75 mg/l esetén, ahol 6,5 mm-t értek el.

- **Eredmények BAR kiegészítésű táptalajokon** (Koncentráció 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 mg/l) A **sarjak számát** tekintve, a kontrollhoz képest több és hosszabb sarj fejlődött a BAR tartalmú táptalajokon, de az eltérés (0,95%-os szinten) csak a legtöbb (2,5 db) sarjat eredményező 0,75 mg/l-es koncentrációnál volt szignifikáns. A többi táptalajhoz viszonyítva, ez a BAR-koncentráció az esetek többségében (0,95-0,99%-os valószínűséggel) a KIN-t, illetve Titavitot tartalmazó táptalajokon tapasztaltakhoz képest eredményezett jelentősen nagyobb mértékű szaporodást. A leghosszabbra (19,25 mm-re) 0,5 mg/l BAR esetén nőttek a **sarjak** (ez 0,99 %-os valószínűséggel tért el az 1,0 mg/l BAR eredményezte 17,3 mm-es értéktől). Továbbá, a kontrollhoz képest minden BAR-koncentráció jelentősen hosszabb sarjak képződéséhez vezetett. A BAR hatására fejlődött sarjak hossza általában csak a BA kiegészítésű táptalajokon lévőkéthöz *nem* tértek el jelentősen, ezzel szemben az esetek többségében – 0,9-0,99%-os szint mellett – TOP hatására rövidebb, KIN, és Titavit hatására hosszabbra nőttek a sarjak. Egyáltalán nem képződtek **gyökerek** 0,75 és 1,0 mg/l BAR esetén, mindazonáltal a legkisebb (0,25 mg/l) koncentráció esetén a sarjak felénél találtunk gyökereket. A páronkénti összehasonlítások alapján 0,95-0,99%-os valószínűségi szinten jelentősen kevesebb (0,25 mg/l: 1,5 db, 0,5 mg/l: 1 db) gyöker képződött a KIN és Titavit kiegészítésű közegekhez képest. A kontroll, valamint a BAR-tartalmú táptalajokon kialakult gyökerek átlagos **hossz**-értékei között csak a Games-Howell-féle összevetés jelzett 0,99 %-os szinten eltérést a hormonmentes közeg javára, ugyanis mindössze 3,66 (0,5 mg/l), illetve 4,3 (0,25 mg/l) mm-es hosszúságot értek el a gyökerek BAR hatására. E citokinin hatásához viszonyítva ugyancsak 0,99%-os valószínűséggel képződtek szignifikánsan hosszabb gyökerek a KIN-t és Titavitot tartalmazó táptalajokon.

- **Eredmények KIN kiegészítésű táptalajokon** (Koncentrációk: 0,5; 0,75; 1,0; 2,0 mg/l) A KIN-kiegészítések közti, valamint azok kontrollhoz képesti **sarjszám**-eltéréseket statisztikailag értékelve csak a kontroll (1,75 db), valamint a 2,0 mg/l KIN eredményezte 1,3 db-os sarjszám-átlagok között mutatkozott jelentős eltérés (0,9 %-os szinten). A BA 0,5 és 0,75 mg/l-es kiegészítésű táptalajokhoz képest minden KIN-kiegészítés hatására szignifikánsan kevesebb sarj képződött (0,99%-os szinten), a legtöbb (csak 1,65 db) 1,0 mg/l esetén. A **sarjak hosszát** nézve, csak a 0,75 és 1,0 mg/l koncentrációknál kapott átlagok (20,4 ill. 20,2 mm) között nem volt statisztikailag kimutatható eltérés; a kontrollhoz képest (0,99 %-os szinten) mindegyik KIN-kiegészítés jelentősen hosszabb sarjat eredményezett. Főleg a BA, BAR, valamint a

TOP kiegészítésekhez képest fejlődtek hosszabb sarjak. A BA, BAR citokininek spontán **gyökeresedésre** gyakorolt hatásával ellentétben a KIN alkalmazása - 0,90-0,99%-os valószínűséggel – az esetek túlnyomó többségében szignifikánsan több és hosszabb gyöker képződéséhez vezetett. A kontrollhoz viszonyítva is hasonló összefüggés jelentkezett, ebben az esetben is a KIN javára. A legtöbb gyöker (4,9 db) a legalacsonyabb (0,5 mg/l) KIN koncentráción fejlődött, míg a leghosszabbra (átlag 20,55 mm-re) a 0,75 mg/l-es kiegészítésnél nőttek a gyökerek. A gyökeresedés szinte minden esetben 100%-os volt a KIN kiegészítésű táptalajokon.

- *Eredmények TOP kiegészítésű táptalajokon* (Koncentrációk: 0,5; 0,75; 1,0; 2 mg/l)

A kontrollhoz viszonyítva **több sarj** képződött a metatopolint tartalmazó táptalajokon, az eltérés azonban (0,99 %-os valószínűségi szinten) csak a legtöbb (2,65 db) sarjat eredményező 1,0 mg/l M-TOP esetén volt jelentős. Továbbá, 0,95-0,99%-os valószínűségi szinten képződött jóval több sarj 0,75 és 1,0 mg/l M-TOP kiegészítés hatására, mint csaknem minden KIN, illetve Titavit kiegészítésű közegen. Szignifikáns különbség – a **sarjak hosszát** tekintve – a kontrollhoz képest nem, csak a leghosszabb (16 mm – 0,5 mg/l), illetve a legrövidebb (14,25 mm – 2,0 mg/l) értékek között volt. A TOP kiegészítés hatására 0,99%-os szinten elsősorban a KIN-, illetve Titavit tartalmú közegeken kapottakhoz képest keletkeztek szignifikánsan rövidebb hajtások. Spontán gyökeresedést M-TOP kiegészítésnél nem tapasztaltunk.

- *Eredmények a Titavit kiegészítésű táptalajokon* (Koncentrációk: 0,5; 2; 5, 10 mg/l)

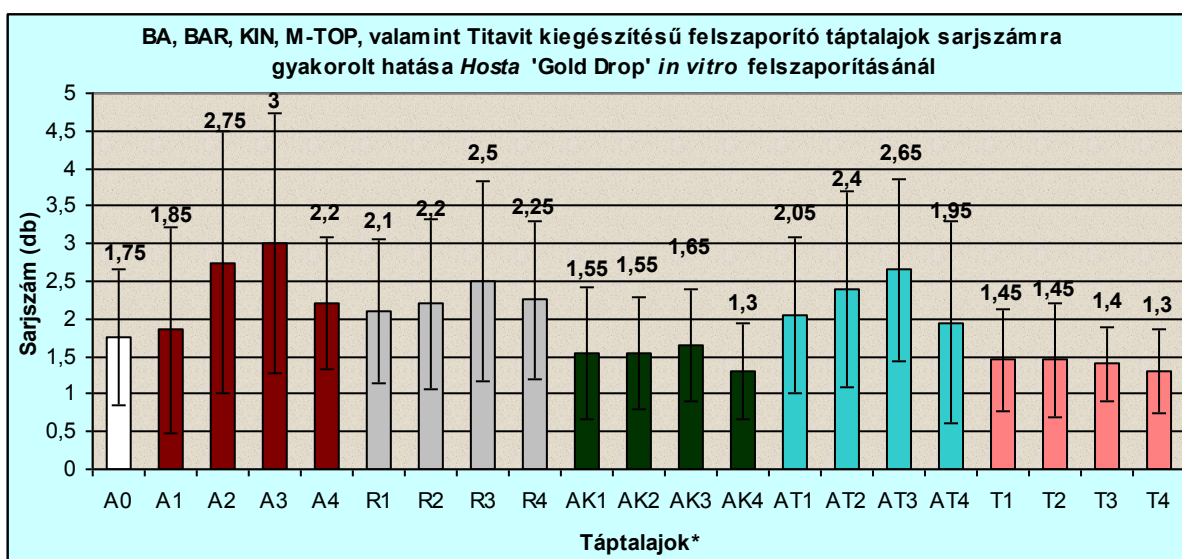
A Titavit nem sarjadzást serkentő hatású citokinin ezért a kontrollhoz képest **kisebb sarjszámot** (1,3-1,45 db) kaptuk az ezt az anyagot tartalmazó táptalajokon. A koncentráció növelésével kissé csökkent a sarjszám. Elsősorban a BA, BAR, TOP tartalmú táptalajokon képződött szignifikánsan több sarj a Titavithoz képest, az eltérés különösen 5-10 mg/l Titavit esetén volt kifejezett. A **sarjak hosszát** tekintve a KIN hatásához hasonló jelenséget figyelhettünk meg, ebben az esetben is 20 mm fölé nőttek a sarjak; leghosszabbra (21,15 mm-re) 0,5 mg/l Titavit kiegészítésnél. A kontrollhoz (15,3 mm) viszonyítva, minden Titavit kiegészítésnél jelentősen (0,99%-os szinten) hosszabbra nőttek a sarjak, valamint hasonló eltérés mutatkozott 0,5 illetve 10 mg/l koncentrációknál is. A **gyökeresedési jellemzők** terén is a KIN -re emlékeztető hatást eredményezett a Titavit; a kontrollhoz, illetve a BA, BAR gyökeresedésre gyakorolt hatásaihoz viszonyítva jelentősen több és hosszabb gyöker fejlődött a Titavit tartalmú táptalajokon. A legtöbb gyökeret (5,65 db-ot) 0,5 és 5,0 mg/l Titavit kiegészítésnél találtam, a leghosszabbra (28,4 mm-re) 0,5 mg/l esetén nőttek a gyökerek, a koncentráció emelésével párhuzamosan (és általában szignifikáns mértékben) csökkent a gyökerhossz. A Titavit minden koncentrációban 100%-os gyökeresedést eredményezett. (1-4. ábrák)

A felszaporítási kísérlet eredményét összefoglalva megállapítható, hogy az ebben a szakaszban a nemkívánatos gyökerfejlődést csak a TOP és a BAR magasabb koncentrációi mellett tudtuk kiküszöbölni. A szaporításhoz ideális a TOP 0,75 mg/l-es koncentrációja, amennyiben ez gazdaságosabb, mint a BA használata.

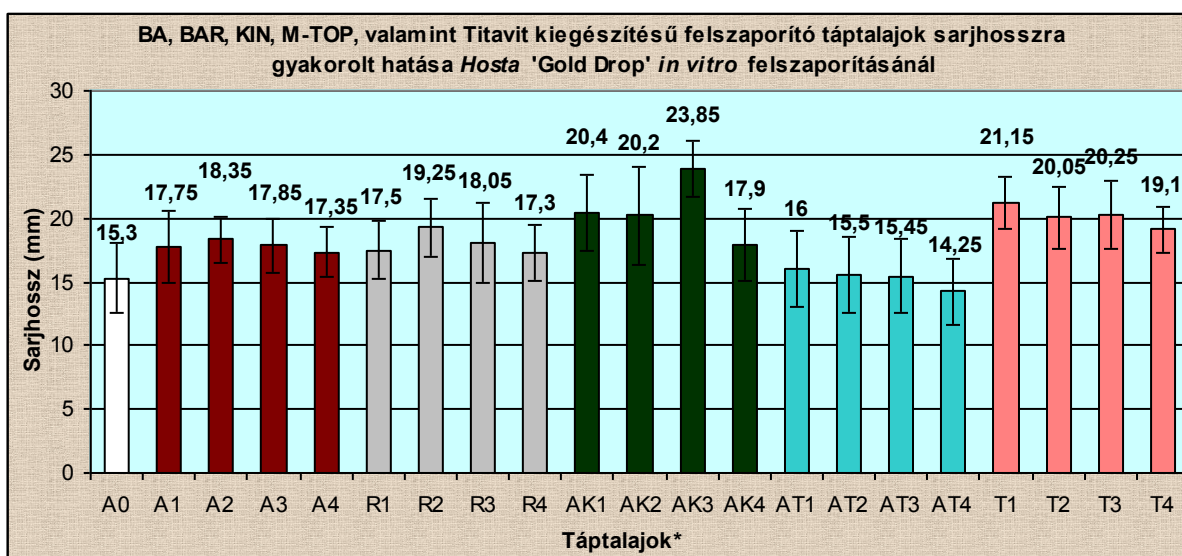
A felszaporítási kísérletek összes klorofill tartalomra vonatkozó eredményei

A kontrollhoz (1,195 mg/g) viszonyítva minden **BA** koncentráció alacsonyabb összes klorofill tartalmat eredményezett a levelekben, noha az eltérés nem jelentős. Főleg 0,5 - 0,75 - 1 mg/l BA kiegészítések eredményeztek 0,95-0,99%-os szinten szignifikánsan alacsonyabb értékeket a 0,25 mg/l BA eredményezte a legmagasabb átlagot (1,032 mg/g). A **BAR** hasonló eredményhez vezetett, mint a BA; azaz minden koncentráció esetén a kontrollon kapotthoz képest általában nem szignifikánsan alacsonyabb értékek jelentkeztek. Továbbá, itt is a legkisebb dózis (0,25 mg/l) vezetett a legmagasabb klorofill szinthez (1,099 mg/g), valamint BAR alkalmazása is

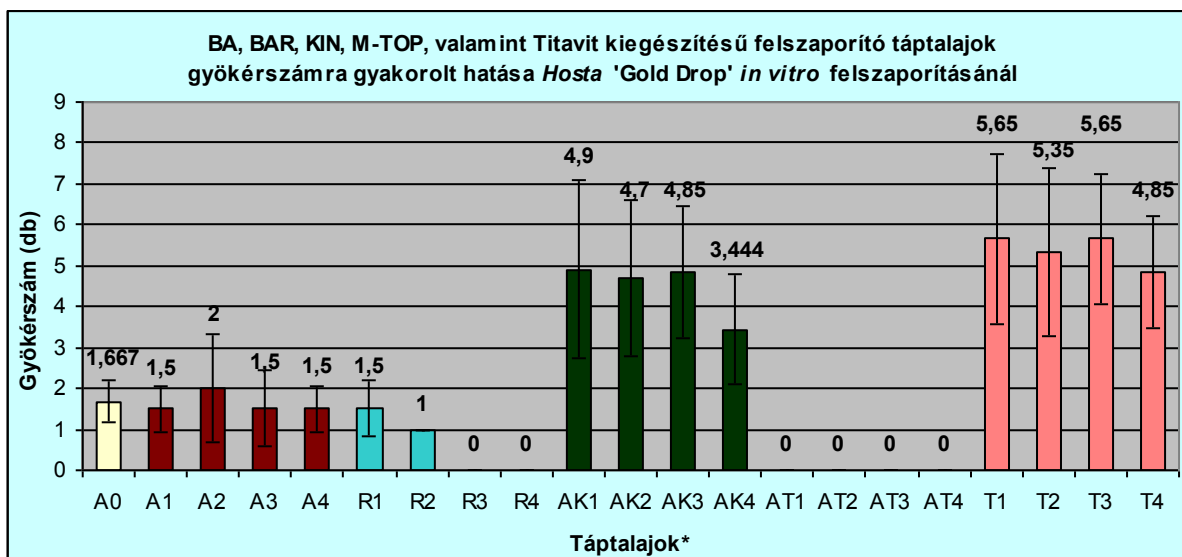
elsősorban a KIN tartalmú közegeken kapott értékekhez képest eredményezett kisebb átlagokat. Az 1 mg/l BAR 0,548 mg/g-ra vitte le az értékeket. A **KIN** a BA, BAR és TOP esetén kapottakhoz képest adott 0,9-0,99%-os szinten jóval magasabb értékeket. A legnagyobb átlagot (1,72 mg/g) 0,75 mg/l KIN esetén kaptuk, ez a kontrollét is jelentősen, 0,95%-s valószínűséggel haladta meg. Továbbá, ennyi KIN még a Titavitot 0,5-2-5 mg/l mennyiségekben tartalmazó táptalajokon kapottakhoz képest is lényegesen nagyobb klorofill szintet eredményezett A **TOP** csak 0,75 mg/l-ben eredményezett a KIN hatásához közelítő összes klorofill tartalmat (1,309 mg/g), a többi koncentráció esetén (a KIN kiegészítésű táptalajokon kapottakhoz képest) már nagy különbségek, és alacsonyabb szintek mutatkoztak. A **Titavit** ugyan a kontrollhoz viszonyítva nem eredményezett szignifikánsan eltérő (5 ill. 10 mg/l-es koncentráció esetén magasabb) értékeket, de a dózis emelése kis mértékben növelte a levelek klorofill tartalmát, így 10 mg/l-nél a legmagasabbra, 1,291 mg/g-ra. A Titavit alkalmazása a KIN-hez közele, de kissé alacsonyabb értékeket eredményezett.



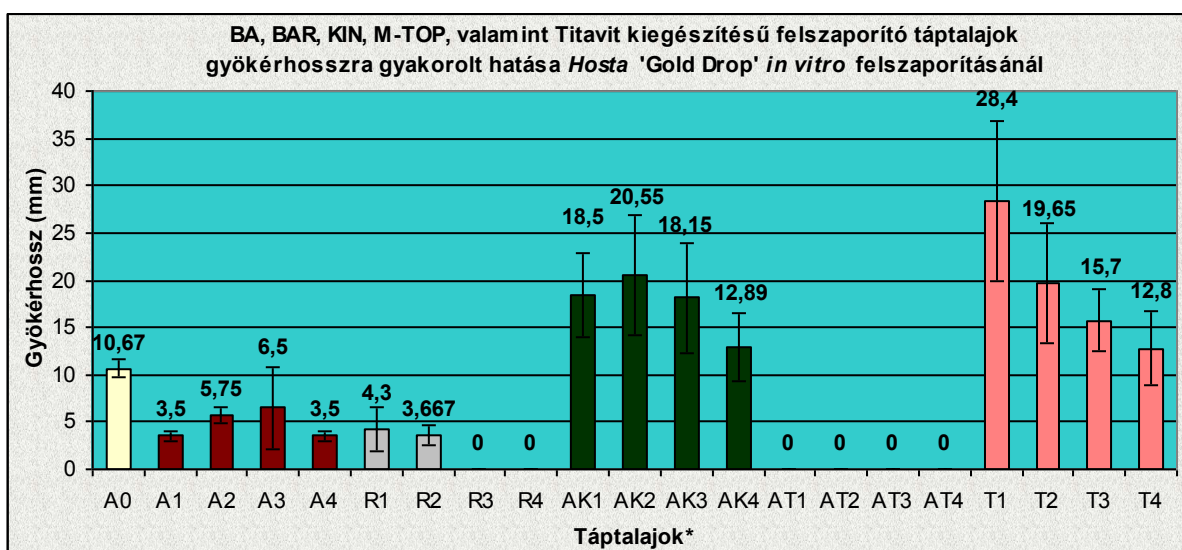
1. ábra A *Hosta* 'Gold Drop' sarjszámának alakulása a felszaporítás során (**A**: BA; **R**: BA-Ribozid; **AK**: KIN; **AT**: TOP; **T**: Titavit)



2. ábra A *Hosta* 'Gold Drop' sarjhosszának alakulása a felszaporítás során



3. ábra A *Hosta* 'Gold Drop' gyökérszámának alakulása a felszaporítás során



4. ábra A *Hosta* 'Gold Drop' gyökérhosszának alakulása a felszaporítás során

A felszaporítási kísérletek POD (gvajakol-peroxidáz) aktivitási eredménye

A kontrollon tapasztalt alacsonyabb enzimaktivitáshoz (58,88 nkat/g) képest magasabb értékek születtek **BA** kiegészítés esetén (különösen 0,75 mg/l koncentrációnál, ahol az aktivitás 124,11 nkat/g volt), a nagy szórások miatt azonban az átlagok közti szignifikáns eltérést nem tapasztaltunk. A **BAR** alkalmazásakor, a táptalajok jelentősen eltérő POD aktivitást nem eredményeztek, a 0,25 mg/l BAR (81,31 nkat/g) és az 1 mg/l (63,57 nkat/g) aktivitása lényegesen nem különbözött.

Fokozott enzimaktivitás mutatkozott **KIN** hatására (főleg 0,75 és 1,0 mg/l koncentrációknál, ahol az aktivitás mértéke meghaladta a 140 nkat/g-ot), a szórások nagysága miatt szignifikáns különbségekről itt sem beszélhetünk az átlagokat tekintve. A **TOP** kiegészítéseknél kisebb szórások mutatkoztak, annyira, hogy a 0,75 illetve 2 mg/l M-TOP tartalmú közegek esetén kapott átlagok jelentősen alulmaradtak a 10 mg/l Titavit eredményezte értéknél, 0,95-0,99%-os szinten. A legmagasabb aktivitáshoz (74,28 nkat/g) 0,5 mg/l M-TOP vezetett. A **Titavit** esetén a legmagasabb koncentráción kaptuk a legfokozottabb POD aktivitást (116,12 nkat/g). Ez az érték

egyben szignifikánsan meghaladta a kontrollt is. Titavit hatására elsősorban a 0,75 mg/l BA, és szinte minden KIN kiegészítésen kapottakhoz képest tapasztaltunk alacsonyabb aktivitást.

A gyökeresítési és akklimatizálási kísérletek eredményei (5-7. ábrák)

- A BA kiegészítésű táptalajok utóhatása

Az egyes BA koncentrációknak nem volt szignifikánsan eltérő utóhatása az akklimatizáció során fejlődött **sarjak számára** a legtöbbet – átlag 6 db-ot – a 0,75 mg/l BA kiegészítésű táptalajról származó állomány fejlesztette, a kontrollhoz viszonyítva azonban minden BA kiegészítés jelentősen több sarjat eredményezett az akklimatizálási szakaszban is. A **leghosszabb sarjakat** (22,55 mm) a BA-t 0,5 mg/l-ben tartalmazó táptalajról származó akklimatizált növények fejlesztették. Lényeges eltérés az 1 mg/l BA és a 0,5 mg/l Titavit utóhatására nőtt sarjak hosszában mutatkozott, a Titavit javára. A BA tartalmú táptalajon előzőleg felszaporított növények mindegyike **kevesebb gyökeret** fejlesztett az akklimatizálás során a kontrollhoz (8 db) viszonyítva; a legtöbb (7,54 db) gyökér a 0,5 mg/l BA utóhatására keletkezett. A kontroll növények 30 mm-es gyökereihez képest nem mutattak lényeges eltérést a különféle koncentrációkon nőtt növények gyökerei. A BA tartalmú táptalajokról kikerült növények 40-55 %-ban éltek túl az akklimatizálást.

- A BAR kiegészítésű táptalajok utóhatása

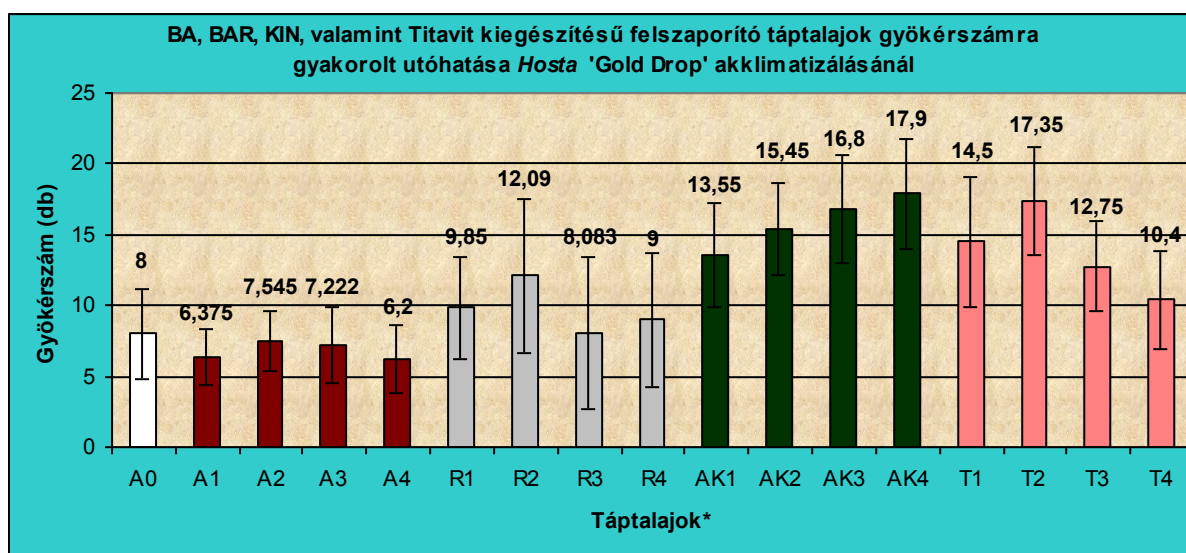
A növények mindegyike 0,95-0,99%-os szinten jóval **több sarjat** fejlesztett a kontrollhoz viszonyítva, a legtöbb (4,318 db) sarjat 0,5 mg/l BAR eredményezte. Mindegyik BAR tartalmú táptalajról eredő növény **rövidebb sarjakat** hozott (a leghosszabbakat – 22,32 mm – 0,5 mg/l BAR kiegészítésnél) a kontrollal összehasonlítva. Az 1 és 2 mg/l KIN és a 0,5-2-5 mg/l Titavit tartalmú táptalajokról származó növények sarjai nőttek lényegesen hosszabbra, mint 0,25 és 0,75 mg/l BAR esetén. A kontrollhoz képest minden BAR kiegészítés **több gyökérhez** vezetett az akklimatizálásnál is, a különbség a legtöbb (12,09 db) gyökeret hozó 0,5 mg/l-es BAR koncentrációnál volt szignifikáns. A BAR utóhatására főként a KIN, Titavit kiegészítésekhez képest fejlődött kevesebb gyökér az akklimatizálásnál, ugyanakkor 0,5 mg/l BAR szignifikánsan több gyökeret eredményezett, mint mindegyik BA kiegészítés. A BAR tartalmú táptalajokról kikerült növények 40-55 %-ban éltek túl az akklimatizálást.

- A KIN kiegészítésű táptalajok utóhatása

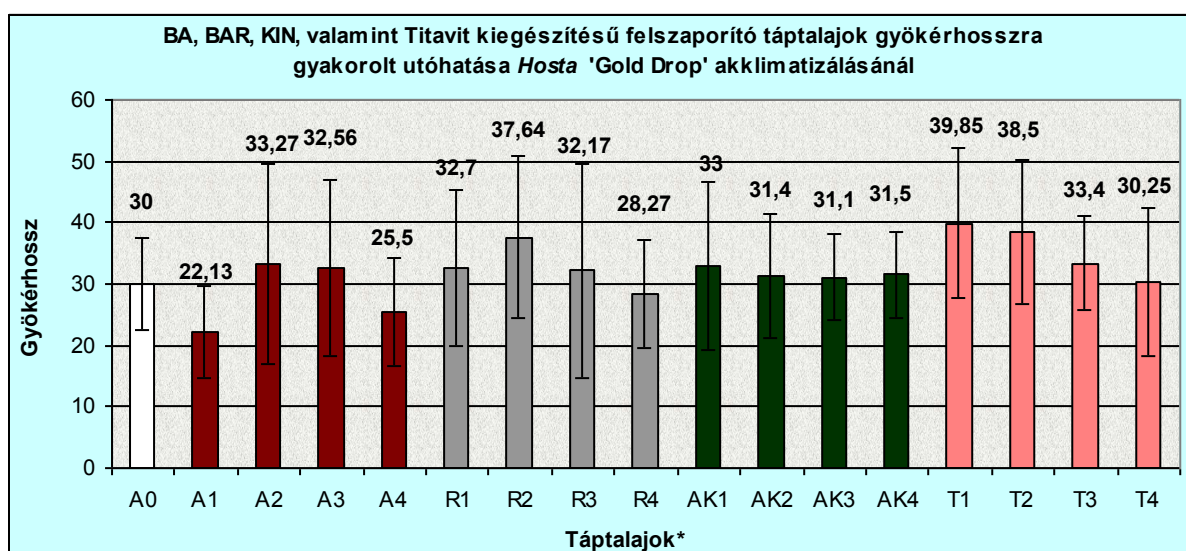
A **sarjak száma** az 1 mg/l KIN kiegészítésű táptalajról származó állománynál volt átlagosan a legnagyobb (2,25 db), azonban sem az egyes KIN koncentrációk között, sem a kontrollhoz képest nem jelentkeztek lényeges különbségek. A **leghosszabb** (24,2 mm-es) **sarjakat** is 1 mg/l KIN eredményezte. A kontrollhoz képest minden KIN koncentráció határozottan **több gyökeret** eredményezett az akklimatizálás során is. A koncentráció felszaporításkori növelése az akklimatizálásnál is növelte – gyakran szignifikánsan – a gyökérszámot; így a legtöbb (17,9 db) gyökér 2 mg/l KIN esetén fejlődött. Az 1 ill. 2 mg/l KIN még az 5, 10 mg/l Titavitnél kapott átlagoknál is szignifikánsan több gyökérhez vezetett. Minden KIN kiegészítésű táptalajról eredő növény túlélte az akklimatizálást.

- A Titavit kiegészítésű táptalajok utóhatása

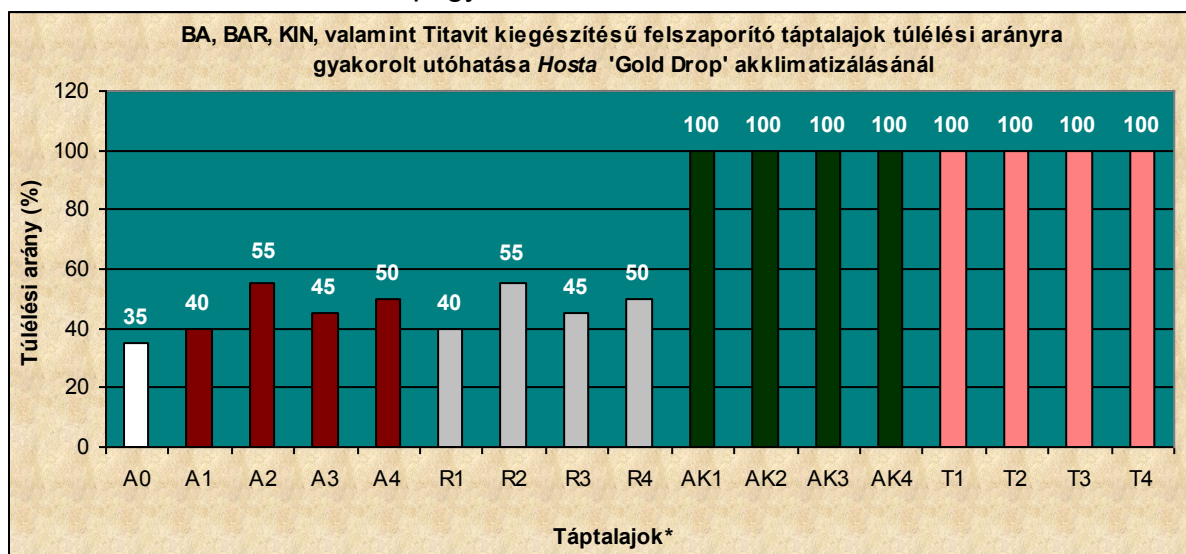
A Titavit utóhatására elsősorban a BA, BAR kiegészítésekhez képest keletkezett jóval kevesebb sarj az akklimatizáláskor. A **sarjak hossza** a 0,5 mg/l Titavit tartalmú táptalajokról származó növényeknél volt átlagosan a legnagyobb (24,7 mm), a koncentráció növelése kis mértékű csökkenéshez vezetett. A Titavit hatására majdnem minden esetben hosszabb sarjak képződését váltotta ki az akklimatizálás idején, mint a jó eredményt adó 0,75 mg/l KIN. Csaknem minden Titavit tartalmú



5. ábra A *Hosta* 'Gold Drop' gyökérszámának alakulása az akklimatizálás előtt



6. ábra A *Hosta* 'Gold Drop' gyökérhosszának alakulása az akklimatizálás előtt

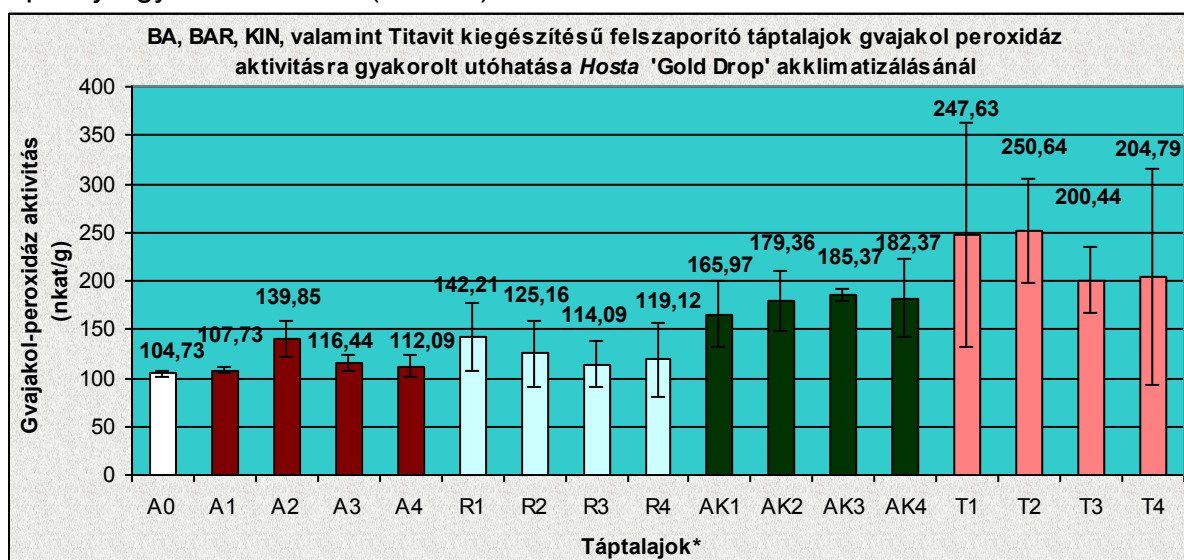


7. ábra A *Hosta* 'Gold Drop' akklimatizálási eredményei

táptalaj utólag is lényegesen **több gyökér** képződéséhez vezetett a kontrollhoz képest, leszámítva a 10 mg/l-es adagot. A legtöbb (17,35 db) gyökeret 2 mg/l Titavit eredményezte. A Titavit szint emelése csökkentette a gyökérhosszt. Minden Titavit kiegészítésű táptalajról származó növény túlélte az akklimatizálást.

Az akklimatizálási kísérletek POD aktivitási eredményei

A **BA** kiegészítések esetén a legmagasabb aktivitást (139,85 nkat/g) 0,5 mg/l koncentrációnál kaptuk, illetve mindegyik BA kezelés, bár nem szignifikánsan utólag, az akklimatizálásnál is fokozta a POD aktivitást a kontrollhoz képest. Az egyes **BAR** koncentrációk között, sem azokat a kontrollhoz viszonyítva nem tapasztaltunk jelentős eltéréseket. A 0,25 mg/l BAR eredményezte a legnagyobb enzimaktivitást (142,21 nkat/g). A BA, BAR kiegészítésekhez képest fokozottabb aktivitáshoz vezettek a **KIN**-tartalmú táptalajok akklimatizáláskor is, a magas szórások miatt jelentős eltérés csak az 1 mg/l KIN és a 0,25-0,75-1 mg/l BA enzimaktivitásra kifejtett hatása valamint a kontroll között mutatkozott. A **Titavitos** táptalajokról származó növényeknél tapasztaltuk a legmagasabb aktivitást, különösen 0,5 és 2 mg/l koncentrációnál: 247,63 és 250,64 nkat/g. A felszaporításnál tapasztaltakhoz képest az akklimatizálási szakaszban magasabb peroxidáz aktivitás mutatkozott minden táptalajt figyelembe véve. (8. ábra)



8. ábra A Hosta 'Gold Drop' POD aktivitás eredményei

Az akklimatizálási kísérletek szövettani (ELMI) vizsgálatainak eredményei

A BA-t, BAR-t, valamint KIN-t tartalmazó táptalajokról származó, akklimatizált sarjak leveleiről készültek levélfelszíni összehasonlításokhoz felvételek, 100 ill. 500-szoros nagyításokban. Az *in vitro* leveleken látottakkal összevetve, gyakorlatilag azonos felszíni sejtes jellegzetességeket találtunk mindhárom citokinin kiegészítésnél; lényeges eltérések nem mutatkoztak sem a koncentrációt, sem a citokinin típusát illetően. A lombikban fejlődött levelekhez hasonlóan az *ex vitro* körülmények között is kisebb (továbbá inkább megnyúlt, téglalap formájú) fonáki sejtek képződtek a színen lévőkhöz képest. Jelentős eltéréseket is tapasztaltunk. Egyfelől, számos esetben – főleg 500x nagyításnál – megfigyeltük a levél felszíni sejtek megnagyobbodását, kiszélesedését az akklimatizált növények levelein. Másrészt, az akklimatizált növények levelein minden esetben zárt, valamint az *in vitro* leveleken látottakhoz képest megnyúltabb, kerek helyett tojásdad gázcsere nyílásokat találtunk, a számuk is lecsökkent, mindegyik táptalajról származó állománynál.

A *Sorbus redliana* 'Burokvölgy' fajtával folytatott kísérletek

- A felszaporítás eredményei (9-10. ábrák)

A kísérletek során alkalmazott táptalajok, citokininek és koncentrációk megegyeznek a *Hosta* kísérletben alkalmazottal, kivéve, hogy itt a BA+KIN és a BA+TOP hatását is vizsgáltuk.

- Eredmények BA kiegészítésű táptalajokon (Koncentrációk: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 mg/l)

A kontrollhoz képest minden **BA**-koncentráción szignifikánsan **több sarj** képződött. A legtöbb (8,93 db) sarj 0,75 mg/l BA kiegészítésnél képződött. A BA csaknem mindegyik többi citokinint tartalmazó táptalajhoz képest jelentősen több sarjat eredményezett. Kivételt a BA + M-TOP kombinációk jelentettek. A **sarjak hosszának** változása hasonlóan alakult a koncentráció függvényében, azaz egyrészt a leghosszabbra (33,67 mm-re) itt is a 0,75 mg/l BA tartalmú közegen nőttek a sarjak, másrészt a kontrollhoz viszonyítva a BA-kiegészítés szignifikánsan hosszabb sarjakat eredményezett. A BA többnyire a BAR, valamint M-TOP kiegészítésekhez hasonló eredményt (általában 30 mm-nél hosszabb sarjakat) adott, vagyis ezen citokinineket tartalmazó táptalajokon kapott hossz-értékek közt nem tapasztaltam az esetek többségében jelentős eltéréseket.

- Eredmények BAR kiegészítésű táptalajokon (Koncentráció: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 mg/l)

Az esetek döntő többségében lényegesen kevesebb **sarj** képződött a BAR tartalmú táptalajokon, mint BA alkalmazásánál. A legtöbb (3,93 db) sarjat 0,75 mg/l BAR eredményezte. A **sarjak hossza** is ezen a BAR koncentráción volt a legnagyobb (36,47 mm). A kontrollhoz képest minden BAR kiegészítés jelentősen hosszabb sarjak képződéséhez vezetett.

- Eredmények KIN kiegészítésű táptalajokon (Koncentrációk: 0,5; 0,75; 1,0; 2,0 mg/l)

A KIN kiegészítésű táptalajokon igen kevés **sarj** fejlődött a BA kiegészítésű közegeken kapott sarjszám-értékekhez képest, valamint a 0,75-1,0 mg/l BAR hatására kialakult sarjak számához viszonyítva. A legtöbb sarjat, mindössze 1,33 db-ot a 0,5 mg/l KIN eredményezte, a kontrollhoz viszonyítva csak ennél a KIN-kiegészítésnél volt jelentős a sarjszám-növekedés. A **sarjak hossza** a kontrollhoz képest azonban már szignifikánsan nagyobb volt minden KIN-kiegészítésű táptalajon, a leghosszabbra (29,6 mm-re) 2,0 mg/l koncentráció esetén fejlődtek a sarjak. Elsősorban a BA, BAR, illetve M-TOP kiegészítésű táptalajokon kapottakhoz képest fejlődtek jelentősen rövidebb sarjak.

- Eredmények TOP kiegészítésű táptalajokon (Koncentráció: 0,5; 0,75; 1,0; 2,0 mg/l)

A **sarjak számát** tekintve, a kontrollhoz képest jelentősen több sarj képződött az TOP kiegészítésű táptalajokon, a legtöbb, 3,2 db, a 0,75 mg/l koncentrációnál. Viszont szignifikánsan kevesebb sarj képződött a BA, BA + TOP tartalmú közegeken kapott értékekhez képest. TOP hatására a kontrollhoz viszonyítva szignifikánsan **hosszabbra** nőttek a sarjak; a leghosszabbakat (35,47 mm-eseket) 1,0 mg/l M-TOP esetén találtuk. A TOP a BA, valamint BAR kiegészítésekhez hasonlóan eredményezett gyakran 30 mm-nél hosszabb sarjakat.

- Eredmények BA+KIN kiegészítésű táptalajokon (Koncentrációk: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 mg/l BA+0,5 mg/l KIN)

A BA + KIN kombináció a két citokinin külön-külön történő alkalmazásakor kapott **sarjszámok** közötti mértékű sokszorozódást (1,73-3,5 db) eredményezett. A kontrollhoz viszonyítva mindegyik BA + KIN kiegészítésű táptalajon szignifikánsan több sarj képződött. A legtöbb (3,5 db) sarjat a 0,75 mg/l BA + 0,5 mg/l KIN eredményezte. E kombináció a BAR, illetve M-TOP kiegészítésekénél megfigyelt sarjszámokhoz közel álló értékeket eredményezett. BA + KIN hatására a **sarjak**

jelentősen, hosszabbra nőttek, mint a hormonmentes kontroll táptalajon, leghosszabbra (24,13 mm-re) 0,5 mg/l BA + 0,5 mg/l KIN esetén. BA + KIN hatására különösen a BA, BAR, M-TOP kiegészítések esetén kapottakhoz képest viszont jóval rövidebb sarjak fejlődtek.

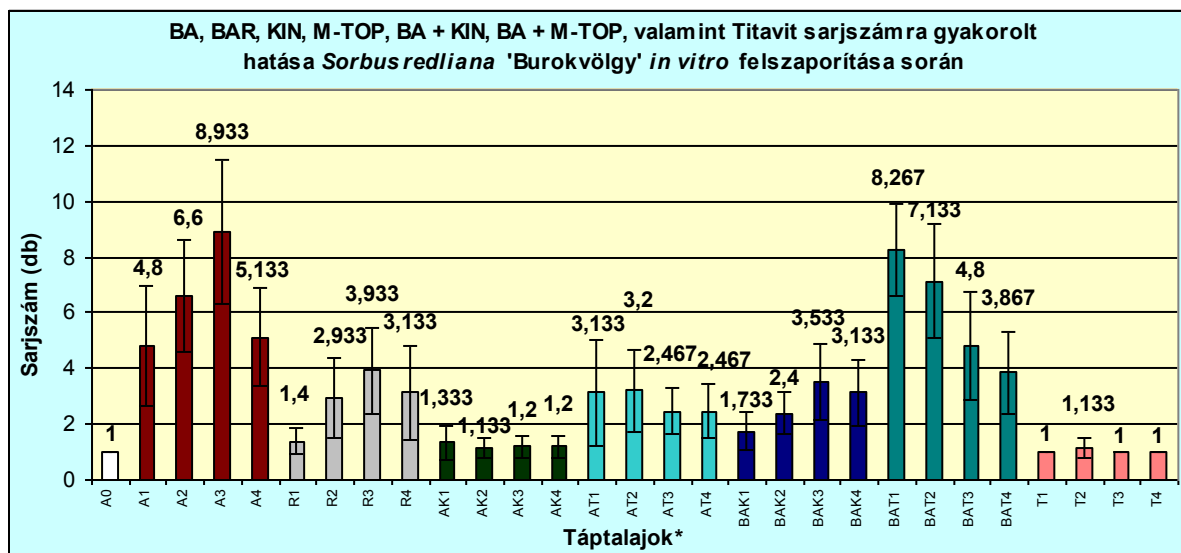
- *Eredmények BA+TOP kiegészítésű táptalajokon* (Koncentrációk: 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 mg/l BA+0,5 mg/l TOP)

A BA + TOP kiegészítésű táptalajokon a BA-hoz és TOP-hoz viszonyítva köztes **sarjszám** értékeket találtunk. A sarjszám fokozatosan csökkent a kombináción belüli BA-koncentráció növelésével. A kontrollon kapott értékhez képest minden BA + TOP tartalmú táptalajon szignifikánsan több sarj fejlődött, különösen 0,25 mg/l BA + 0,5 mg/l M-TOP (8,26 db), illetve 0,5 mg/l BA + 0,5 mg/l M-TOP (7,13 db) esetén. Mivel a TOP szerkezetileg igen hasonló a BA-hoz, az első kombináció majdnem a 0,75 mg/l BA-nak felel meg, a sarjszám értékek is hasonlóan alakultak. A kontrollhoz viszonyítva csak az 1,0 mg/l BA + 0,5 mg/l M-TOP kombináció nem eredményezett szignifikánsan **hosszabb sarjakat**, a BA mennyiségi növelése fokozatos sarjrövidüléshez vezetett. A BA + M-TOP kombináció a BA + KIN kiegészítéshez kissé hasonló, rövidítő hatást gyakorolt a sarjak hosszára.

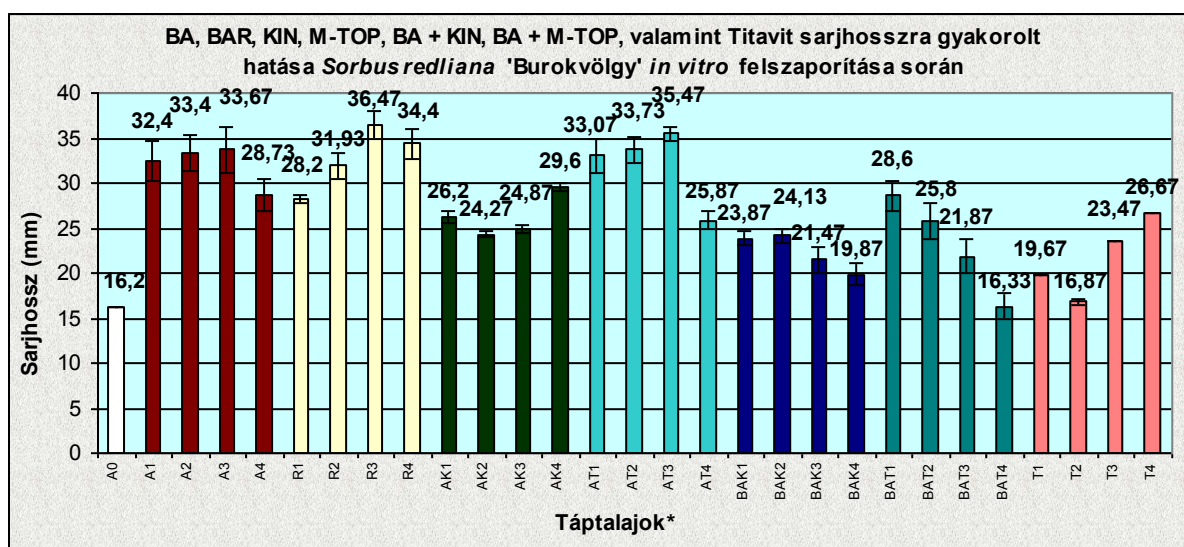
- *Eredmények Titavit kiegészítésű táptalajokon* (Koncentrációk: 0,5; 2; 5; 10 mg/l)

A Titavit nem eredményezett a kontrollhoz képest eltérő **számú sarjat** és várható is volt a nagyon alacsony sarjadzási képesség, ugyanis a Titavit nem citokinin hatású anyag. A Titavithoz hasonlóan csekély sarjadzást javarészt KIN használatakor tapasztaltam, a többi táptalajon találtakhoz képest a különbségek szignifikánsak voltak. A **sarjak hossza** a kontrollon kapotthoz képest fokozatosan nőtt minden koncentráció esetén, a leghosszabbra, 26,67 mm-re, a 10 mg/l esetén.

A felszaporítási kísérletek eredményeit összevetve megállapíthatjuk, hogy ebben a szakaszban a 0,75 mg/l BA alkalmazása az optimális, mivel magas sarjszám mellett a gyökeresítéshez is ideális hosszúságú sarjakat eredményezett.



9. ábra A *Sorbus redliana* 'Burokvölgy' sarjszámának alakulása a felszaporítás során (A: BA; R: BA-Ribozid; AK: KIN; AT: TOP; BAK: BA+KIN; BAT: BA+TOP; T: Titavit)



10. ábra A *Sorbus redliana* 'Burokvölgy' sarjhosszáinak alakulása a felszaporítás során

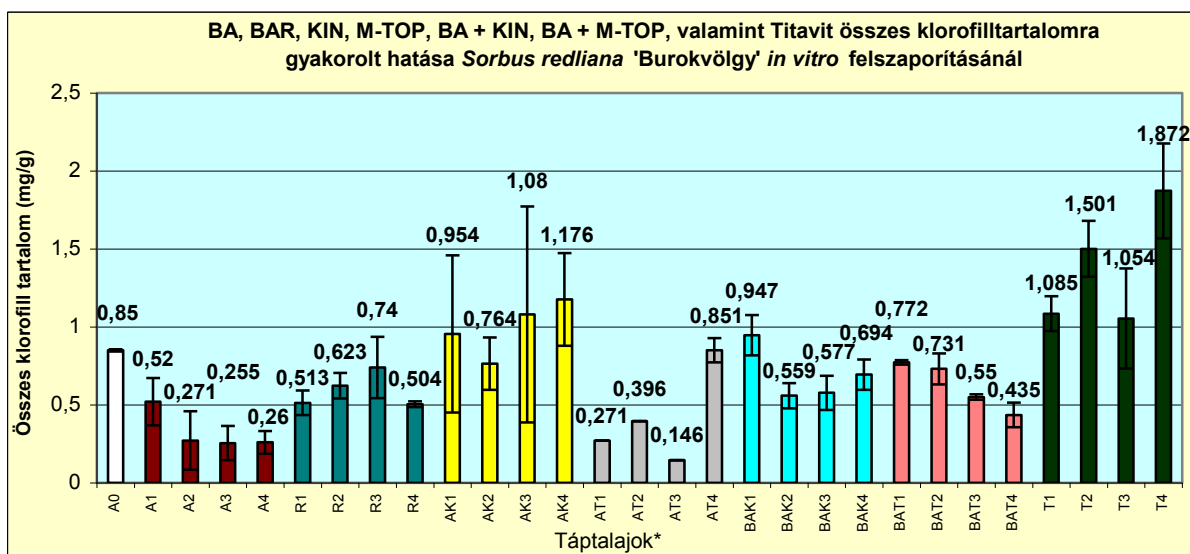
A felszaporítási kísérletek összes klorofill tartalomra vonatkozó eredményei

A **BA** hasonló hatást gyakorolt a levelek összes klorofill tartalmára, mint *Hosta* esetén, azaz a kontrollon kapott értékekhez képest mindegyik BA szint alacsonyabb értékekhez vezetett, de nem szignifikáns mértékben. A legmagasabb átlagot (0,52 mg/g) ebben az esetben is 0,25 mg/l BA eredményezte. A többi BA kiegészítés elsősorban a Titavitot 2 és 10 mg/l-ben a KIN-t 1 és 2, valamint a TOP-ot 0,5 mg/l koncentrációban tartalmazó közegeken kapott értékekhez képest eredményezett alacsonyabb összes klorofill tartalmakat. Sem az egyes **BAR** koncentrációk között, sem a kontrollhoz képest nem voltak jelentős eltérések az átlagok közt; a legmagasabb értéket (0,74 mg/g) 0,75 mg/l BAR eredményezte. Noha **KIN** kiegészítés hatására a BA, BAR citokininnek, illetve BA + KIN, BA + M-TOP kombinációk alkalmazása esetén kapottakhoz képest szinte minden esetben emelkedett a levelek összes klorofill tartalma, szignifikáns eltérést csak a kinetint 0,5 és 0,75 mg/l koncentrációban és a 10 mg/l Titavitot tartalmazó közegek eredményezte átlagok között tapasztaltunk. A legtöbb felszaporító táptalajon (a kontrollt is beleértve) kapottakhoz képest a **TOP** magasabb értékeket eredményezett, leszámítva a KIN és Titavit egyes koncentrációit. Utóbbinál szignifikáns eltérés is mutatkozott: az 1 és 2 mg/l M-TOP, valamint 10 mg/l Titavit kiegészítésű táptalajokon kapott átlagok között A legnagyobb (1,119 mg/g-os) klorofill-átlagot 0,5 mg/l M-TOP esetén kaptuk, a koncentráció növelésével nem jelentős mértékben csökkent a levelek klorofill tartalma. A **BA + KIN** kombináció a két citokinin külön-külön történő használatakor kapott összes klorofill-tartalmakhoz képest köztes értékeket eredményezett. A **BA + M-TOP** párosítás egyik esetben sem eredményezett a kontrollhoz viszonyítva magasabb összes klorofill tartalmat, valamint az együttesen belüli BA koncentráció emelés is csökkenő mennyiségekhez vezetett. Minden **TIT**-koncentráció 1 mg/g fölötti átlagokat eredményezett; a legmagasabb (1,872 mg/g) értékhez 10 mg/l Titavit vezetett. (11. ábra)

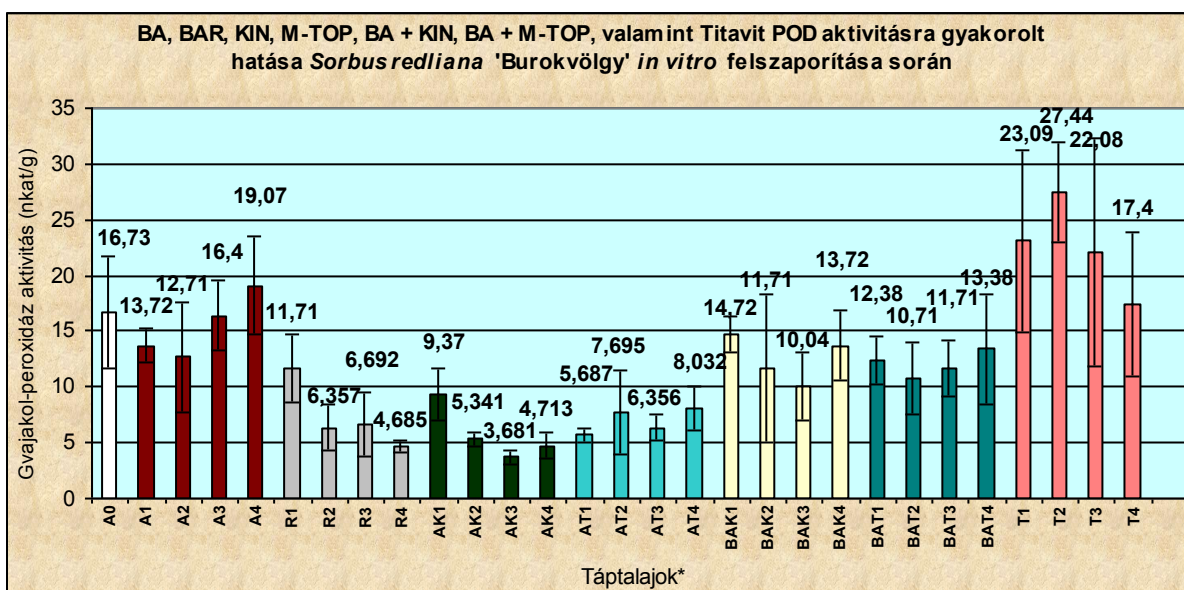
A felszaporítási kísérletek POD (gvajakol-peroxidáz) aktivitási eredménye

BA alkalmazásakor a legfokozottabb aktivitást (19,07 nkat/g) 1 mg/l eredményezte. **BAR** esetén csökkent az aktivitás a BA-nél tapasztaltakhoz képest, a legmagasabb értéket – 11,71 nkat/g – 0,25 mg/l BAR esetén kaptuk. A kontrollhoz képest 1 mg/l

BAR eredményezett lényegesen kisebb (4,685 nkat/g) aktivitást. A **KIN** tartalmú táptalajokon jelentősen alacsonyabb POD-aktivitás átlagok születtek (a legmagasabb -9,37 nkat/g – 0,5 mg/l KIN esetén) a Titavit kiegészítésekénél kapottakhoz viszonyítva. A KIN-szint növelése csökkentette a POD aktivitást. A kontrollhoz képest. A **TOP** esetén a 2 mg/l-es koncentráció eredményezte a legmagasabb átlagot (8,032 nkat/g). Minden **BA + KIN** kombináció 10 nkat/g fölötti értékeket eredményezett, a legnagyobbat (14,72 nkat/g) 0,25 mg/l BA + 0,5 mg/l KIN esetén kaptuk. A **BA + M-TOP** hatására is minden táptalajon 10 nkat/g fölé emelkedett az aktivitás (1 mg/l BA + 0,5 mg/l M-TOP eredményezte a legnagyobb – 13,38 nkat/g – átlagot). A **Titavit** magasabb értékeket eredményezett mint a BAR, KIN, TOP és kombinációik minden koncentrációt tekintve. A legmagasabb aktivást 2 mg/l TIT mellett (27,44 nkat/g) tapasztaltuk. (12. ábra)



11. ábra A *Sorbus redliana* 'Burokvölgy' összes klorofill tartalom eredményeinek alakulása a felszaporítás során



12. ábra A *Sorbus redliana* 'Burokvölgy' összes POD aktivitás eredményeinek alakulása a felszaporítás során

A felszaporítási kísérletek növényeinek mikroszkópos vizsgálata

- Fénymikroszkópos vizsgálatok

A levelek keresztmetszetének szöveti sajátosságainak jobb összehasonlítása végett az azonos koncentrációjú (**0,75 mg/l**) citokinineket (BA, BAR, KIN, TOP), a Titavitot 0,5 és 10 mg/l-ben tartalmazó és a hormonmentes (kontroll) felszaporító táptalajokon nevelt (*in vitro*) sarjakról, valamint egy szabadföldi (*ex vitro*) növényről vett levélmintákról készített (40x nagyítású) felvételeket tanulmányoztuk.

A **kontroll** táptalaj igen tömött, egységesnek tűnő mezofillumot eredményezett, gyakorlatilag nem lehetett elkülöníteni az oszlopos és a szivacsos parenchimat. Sejtközötti járatokat sem találtunk, továbbá a színi és a fonáki epidermisz-sejtek mérete-alakja is megközelítőleg azonos volt. A **BA** esetén már differenciáltabbá vált a szöveti szerkezet, mindazonáltal a szélesebb, gömbölyded szivacsos parenchima-sejtektől megkülönböztethető paliszád-sejtek kevésbé nyúltak meg. A fonákhoz képest a színi oldalon lévő bőrszövetet nagyobb és szögletesebb sejtek alkották. A szűk sejtközötti járatok lényegében csak a nyitott, kissé kiemelkedő sztóma alatti részre szorítkoztak. A **BAR** hatására szintén jelentős differenciálódás ment végbe a kontrollal összehasonlítva, azaz egyrészt a színi epidermisz sejtek méretben jóval meghaladták a fonákiakat, másrészt az oszlopos szövetét alkotó sejtek már határozottabban meghosszabbodtak, jobban megkülönböztethetőkké váltak a szivacsos állomány sejtjeitől. Sejtközötti járatokat nem csak a szembeütően kiemelkedő (és nyitott) gázcserenyílásnál, hanem a szivacsos parenchimában másutt is találtunk. A **KIN** használata is az alsó epidermiszsejteknel terjedelmesebb (és szélesebb) bőrszöveti sejtek kialakulásához vezetett, illetve a feltűnően keskeny paliszád-sejtek szemmel láthatóan több kloroplasztiszt tartalmaztak az eddigi mintáknál látottakhoz képest. A laza (és tágas intercellulárisokban bővelkedő) szivacsos szövetét sejtjeiben is sok kloroplasztisz volt; a kitüremkedő sztómákat ebben az esetben is a nyitottság jellemezte.

A **TOP**-ot tartalmazó táptalaj a kontrollhoz hasonló szöveti felépítésű, tömött mezofillumú leveleket eredményezett; nehezen szétválasztható oszlopos- és szivacsos állományokkal, illetve csak a kiemelkedő, nyitott sztómák alatt található, szűk sejtközötti járatokkal. Mindazonáltal a színi epidermiszsejtek nagyobbak voltak a hozzájuk hasonló formájú fonákiakhoz képest, valamint a mezofillumot alkotó sejtekben lévő kloroplasztiszok száma sem volt kevés. A **0,5 mg/l Titavit** is tömöttebb, kevésbé differenciált szöveti szerkezetű levelek kialakulásához vezetett, szűk, jószerivel csak az alig kiemelkedő, szinte zárt gázcserenyílásnál elhelyezkedő intercellulárisokkal, lapított színi-fonáki epidermisz-sejtekkel. Sok kloroplasztiszt találtam, különösen az enyhén keskeny paliszád-sejtekben. **10 mg/l Titavit** hatására határozottabban elkülöníthetővé váltak e sejtek (amelyek ebben az esetben is számos kloroplasztiszt tartalmaztak), valamint a szivacsos állományt tágasabb sejtközötti járatok tagolták. A nyitottabb sztómák is jobban kitüremkedtek a fonáki epidermiszből. Összességében ez a Titavit-szint eredményezett az *ex vitro* (szabadföldi) körülményekből származó növény levelének szöveti szerkezetéhez közelebb álló jellegzetességeket. A szövettani vizsgálatok eredményei összhangban vannak a klorofill tartalomra vonatkozó megállapításokkal.

- Elektronmikroszkópos vizsgálatok

A **BA** esetén a szinte csupasz színnel ellentétben jóval szőrözöttebb fonákon tágra nyílt sztómákat találtam; az éles szögekkel határolt epidermisz-sejtek formája (mindkét oldalon) szabálytalan volt. Ugyanennyi **BAR** hatására csökkent mind a szőrözöttség mértéke, mind a fonáki oldalon lévő – nagy számú – gázcserenyílás

nyitottsága. A szabálytalan fonáki bőrszöveti sejtek határoló élei lekerekítettebbek, tompábbak lettek. A **KIN** nem csak a fonákon, hanem a levélszínen is sűrűbb szőrözöttséget eredményezett, a továbbra is nyitott, szemlátomást kiemelkedő gázcsere nyílások mellett. A színi epidermisz-sejtek külalakja a BA esetén látottakhoz hasonlított leginkább. A **TOP** használata egyrészt mindkét oldalon több szörképlet kialakulásához, másrészt lekerekítettebb színi epidermisz-sejtekhez, harmadrészt jobban kiemelkedő, tágira nyitott (valamint gyakran fejletlen) gázcsere nyílásokhoz vezetett. A **Titavit** alkalmazásakor egyaránt jóval nagyobb fonáki szőrborítottságot figyeltem meg (a színi oldalon nagyjából a KIN, M_TOP kiegészítésekénél látottakhoz hasonló mennyiségű szörképletet találtam), valamint a bőrszöveti sejtek ezekben az esetekben is legömbölyítettebbek voltak. A magasabb koncentrációval szemben 0,5 mg/l Titavit hatására szinte teljesen bezárultak a gázcsere nyílások, ezek hasonlítottak leginkább az *ex vitro* leveleken látott, megnyúlt, teljesen zárt sztómákhoz.

A gyökeresítés eredményei (13-14. ábra)

- *Eredmények IVS, valamint AC (aktív szén) kiegészítésű táptalajokon*

A táptalajok 1-2 mg/l IVS-t ill. 0,5-1,5 g/l AC-t tartalmaztak, a kontroll hormonmentes. A **legtöbb sarj** (1,66 db) 1,5 mg/l IVS esetén képződött. A kontrollhoz viszonyítva, a szignifikánsan fejlődött jelentősen több (1,53 db) sarj 2 mg/l IVS esetén is. Ami a **sarjak hosszát** illeti, sem az egyes IVS koncentrációk esetén, sem a kontrollon kapott átlaggal összevetve nem kaptunk jelentős eltéréseket, a leghosszabb (23,33 mm-es) sarjakat 1,5 mg/l IVS eredményezte. Az 1 g/l AC + 1,5 mg/l IVS tartalmú táptalajon **gyökeresedtek** a legnagyobb (33,33 %-os arányban) a sarjak, és ebben az esetben képződött átlagosan a legtöbb (2,77 db) gyökér. A leghosszabbra (átlag 83 mm-re) 2 mg/l IVS hatására nőttek a gyökerek. A kontroll S táptalajon nem tapasztaltunk gyökérképződést.

- *Eredmények „sokkolást” követően AC (aktív szén) kiegészítésű táptalajokon*

A **sokkolás** egy igen erőteljes gyökérindukció, amely 15 mg/l IVS tartalmú táptalajon 2 napig történt, majd ezt követően kerültek 0,5-1 g/l AC tartalmú táptalajokra a sarjak. A 0,5 g/l AC esetén kaptuk a legnagyobb átlagos **sarjszámot** (1,13 db), az 1,5 mg/l IVS esetén pedig mindegyik AC táptalajon tapasztalt – igen csekély mérvű – sarjadzáshoz képest szignifikánsan több sarj képződött. Az AC szint növelése csökkentette a sarjak számát.

Bár az egyes AC koncentrációk nem változtatták meg lényegesen a **sarjak hosszát**, de mindegyik AC tartalmú táptalajon jelentősen hosszabbra nőttek a sarjak (leghosszabbra – 31,47 mm-re - 1 g/l AC esetén) a sokkolás nélküli gyökeresítésnél tapasztaltakhoz képest, túlnyomórészt 0,99%-os valószínűséggel.

Sokkolás után ugyan mindegyik AC táptalajra helyezett sarj **több gyökeret** fejlesztett (legtöbbet – 3,84 db-ot – 1,5 g/l AC alkalmazásakor) a sokkoláson át nem esett sarjakhoz képest. Ugyancsak 1,5 g/l AC esetén gyökeresedett meg a sarjak **legnagyobb hányada** (46,43 %). A **leghosszabbra** (90,4 mm-re) 0,5 g/l AC kiegészítéskor nőttek a gyökerek. A gyökerek átlagos hossza terén sem mutatkoztak jelentős különbségek a sokkoláson át nem esett, ill. sokkolt állományoknál.

A gyökeresítési kísérletek összes klorofill tartalomra vonatkozó eredményei

Az 1 g AC + 1,5 mg/l IVS kiegészítés eredményezte legmagasabb klorofill tartalom (0,961 mg/g). A sokkolást követően alkalmazott AC táptalajok hatását is nézve, mindegyik sokkoláson át nem esett (és meggyökeresedett) sarj leveleinek összes klorofill tartalma lényegesen kisebb volt 1 g/l AC tartalmú táptalaj eredményezte átlaghoz képest. Az AC koncentrációjának emelésével a levelek összes klorofill tartalma is növekedett; az 1 g/l AC esetén kapott 2,091 mg/g-os átlag nem csak a

másik két AC táptalajon elért értékkel, hanem a többi gyökeresítő közegen kapottakkal összehasonlítva is jóval magasabbnak bizonyult.

A gyökeresítési kísérletek POD (gvajakol-peroxidáz) aktivitási eredménye

A kontrollon tapasztalathoz viszonyítva (16,036 nkat/g) mindegyik IVS kiegészítés fokozottabb aktivitásokat eredményezett (legmagasabbat – 29,78 nkat/g - 1,5 mg/l IVS), a különbségek – vélhetően a nagy szórások miatt – nem voltak szignifikánsak. A sokkolást követően használt AC táptalajokon sem tapasztaltunk jelentősen magasabb aktivitást (32,79 nkat/g) az IVS tartalmú közegeken kapott értékekhez képest. Összegezve, *ha a felszaporítás során tapasztalt peroxidáz aktivitás értékeit is figyelembe vesszük, mind a sokkolás nélkül, mind pedig a sokkolásos módszerrel végrehajtott gyökeresítés folyamán elsősorban a BAR, KIN, TOP, illetve BA + KIN, BA + TOP kiegészítések esetén kapott átlagokhoz képest jelentkeztek szignifikánsan magasabb aktivitás értékek.*

A gyökeresítési kísérletek növényeinek mikroszkópos vizsgálata

- Fénymikroszkópos vizsgálatok

A **hormonmentes S** (kontroll) táptalajon nőtt növények esetén feltűnően nagy, legömbölyített színi epidermisz- és kevés kloroplasztiszt tartalmazó mezofillum-sejteket találtunk. A nagyon laza, igen tágas sejtközötti járatokkal tagolt szivacsos szövettájtól azonban határozottan elkülönült a keskeny, de rövid és egymáshoz szorosan illeszkedő sejtekből álló paliszád parenchima.

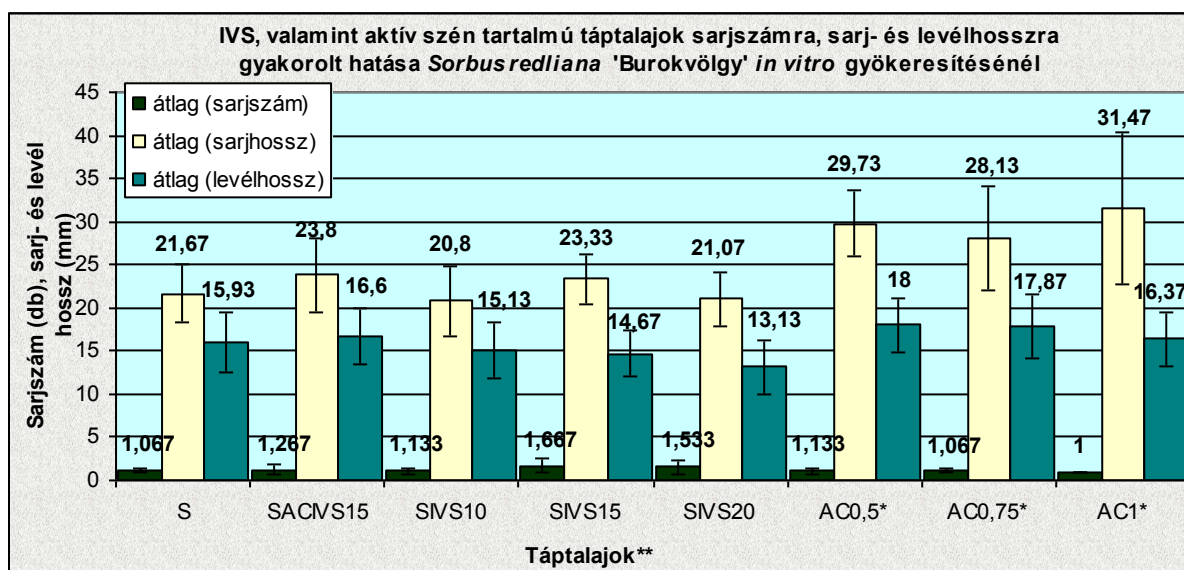
Az **1 g/l AC + 1,5 mg/l IVS** kiegészítésű gyökeresítő táptalaj eredményeként az előzőhöz hasonló szöveti szerkezetet kaptunk, azonban az intercellulárisok mérete kisebb, illetve a kloroplasztiszok mennyisége – különösen az amúgy is nagyobb méretű sejtekből felépült oszlopos parenchimában – nagyobb volt. A nyitott sztómák ezen a táptalajon is kiemelkedtek. Az **IVS-t** különböző koncentrációkban tartalmazó táptalajok hatására szintén jól megkülönböztethető oszlopos és szivacsos állományok alakultak ki és többnyire kevésbé kitüremkedő gázcsereenyílások. Az IVS szint emelésével csökkent a kloroplasztisz szám, nőtt a színi epidermisz és a szivacsos parenchimat alkotó sejtek mérete, valamint tágultak a sejtközötti járatok.

A **sokkolás után** használt gyökeresítő **AC** táptalajokon minden esetben szembetűnően sok kloroplasztiszt találtunk a paliszád-, valamint elsősorban 1 g/l AC hatására a szivacsos szövettáji sejtekben is. Az intercellulárisok mérete az AC koncentráció növelése során észrevehetően csökkent, a gázcsereenyílások az esetek többségében nyitottak, de kevésbé kiemelkedők voltak. 1 g/l AC eredményeként keskenyebb és kisebb sejtekből állt a színi epidermisz is. Leginkább ezek a táptalajok vezettek az *ex vitro* levelekhez hasonlító szöveti jellegzetességekhez.

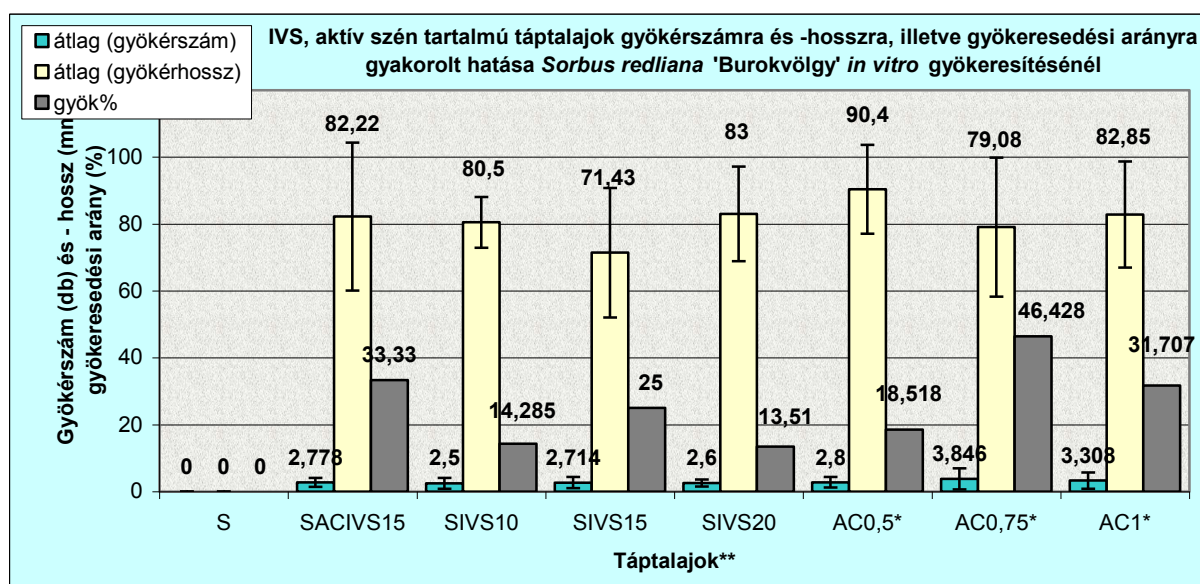
- Elektronmikroszkópos vizsgálatok

Az **S táptalaj** (kontroll) esetén nagyon sűrűn borította szőrzet a fonáki részt, de a színi oldalon is számos szörképletet találtam. A színi epidermisz sejtek viszonylag kicsik, lekerekítettek, tompa éllel határoltak, a sztómák nyitottak voltak. Az **1 g/l AC + 1,5 mg/l IVS** mindkét levélfelszíni oldalon csökkentette a szőrözöttség mértékét a kontrollon találtakhoz képest, a színi bőrszöveti sejtek sem gömbölyödtek le annyira. A gázcsereenyílások feltűnően tágra nyíltak, ahogy az **IVS** kiegészítések esetén is, ahol a legmagasabb koncentráció (2 mg/l) már torzult ill. fejletlen sztómákat is eredményezett. Ezen kívül az IVS alkalmazása fokozta a szőrzet mennyiségét is az AC + IVS kombinációhoz képest (különösen a színi epidermiszen), a dózis emelésével azonban fordított arányban. A sokkolás utáni növekvő **AC-kiegészítés** is fokozatosan kevesebb szörképlet kialakulásához vezetett (mindkét oldalt), illetve a színt borító, lekerekített sejtek körvonalai is egyre elmosódottakká

váltak, de annyira azért nem, mint a vastag (és csupasz) színi kutikula-rétegű, teljesen zárt sztómájú *ex vitro*-leveleken.



13. ábra A *Sorbus redliana* 'Burokvölgy' sarjszámra, sarj- és levélhosszra vonatkozó gyökeresítési eredményei (**S**: kontroll, **SACIVS**: AC+IVS; **SIVS**: IVS; **AC**: AC=aktív szén különböző koncentrációi g/l)



14. ábra A *Sorbus redliana* 'Burokvölgy' gyökeresítési eredményei a gyökérszámot, gyökérszámot és gyökeresedési %-ot illetően

A *Sorbus borbásii* 'Herkulesfürdő' fajtával folytatott kísérletek eredményei

- A felszaporítás eredményei (15-16. ábra)

A kísérletek során alkalmazott táptalajok, citokininek és koncentrációk megegyeznek a *S. redliana* kísérletben alkalmazottal.

- Eredmények BA kiegészítésű táptalajokon

Minden **BA** koncentráción jóval **több sarj** képződött (legtöbb – 5,73 db – 0,5 mg/l BA esetén), mint a kontroll táptalajon (1,13 db). Lényegesen több sarjat gyakorlatilag csak a BA + TOP kombinációknál találtunk. A kontrollhoz képest (16,6 mm) minden töménység mellett jelentősen **hosszabbra** nőttek a sarjak, de BA koncentráció emelése egyre rövidebb sarjakat eredményezett (1 mg/l esetén 26,1 mm).

- Eredmények BAR kiegészítésű táptalajokon **BAR** hatására ugyan **kevesebb sarj** képződött a BA kiegészítésűeken találtakhoz képest de a kontrollhoz viszonyítva itt is lényegesen több sarj keletkezett, a legtöbb (4,7 db) a 0,75 mg/l-es koncentrációnál. Minden BAR koncentráción jóval **hosszabb** sarjak fejlődtek mint a hormonmentes táptalajon; a leghosszabbra (35,27 mm-re) 0,75 mg/l BAR esetén nőttek a sarjak.

- Eredmények KIN kiegészítésű táptalajokon

KIN kiegészítésnél jelentősen kevesebb sarj képződött, mint a BA, BAR tartalmú táptalajokon (hasonló jelenséget tapasztaltunk *Sorbus redliana* 'Burokvölgy' felszaporításánál is). A koncentráció emelésével nem nőtt lényegesen a sarjszám. A 0,75 mg/l KIN eredményezte legtöbb - 1,867 db - sarjat. Ugyanez a koncentráció eredményezte a leghosszabb sarjakat (35,8 mm), de a többi koncentráció is hasonló értékeket adott.

- Eredmények TOP kiegészítésű táptalajokon

A kontrollhoz képest minden **TOP** koncentráción szignifikánsan **több sarj** képződött, legtöbb (3,167 db) 0,75 mg/l esetén. A BA és BAR-hoz viszonyítva csökkent a sarjszám és ez a koncentráció emelésével sem nőtt. A **sarjak hossza** is 0,75 mg/l TOP esetén volt a legnagyobb (31,57 mm).

- Eredmények BA + KIN kiegészítésű táptalajokon

A BA tartalmú táptalajokon kapottakhoz képest kevesebb, a KIN, kiegészítésűekhez ill. a kontrollhoz képest **több sarj** képződött ennél a kombinációnál. A legtöbb sarj (5,16 db) 0,75 mg/l BA + 0,5 mg/l KIN hatására képződött. A **sarjak rövidültek** a KIN, BAR kiegészítések esetén kapottakhoz képest. A leghosszabbra (24,57 mm-re) 0,75 mg/l BA + 0,5 mg/l KIN együttesénél nőttek a sarjak, de a többi kombináción is jelentősen hosszabb sarjakat találtunk, mint a kontrollnál.

- Eredmények BA + TOP kiegészítésű táptalajokon

Minden BA + TOP kiegészítésnél szignifikánsan sokkal **több sarj** képződött nemcsak a kontrollhoz, hanem szinte az összes felszaporító táptalajokhoz képest. A kísérletek során ennél a kombinációnál kaptuk a **legtöbb sarjat**, ezen belül is 0,5 mg/l BA + 0,5 mg/l TOP esetén a legtöbbet, 10,23 db-ot. A **sarjak** kontrollhoz viszonyítva minden kombináció esetén jelentősen **hosszabbra** nőttek, a 0,75 mg/l BA + 0,5 mg/l M-TOP eredményezte a leghosszabbakat (31,07 mm).

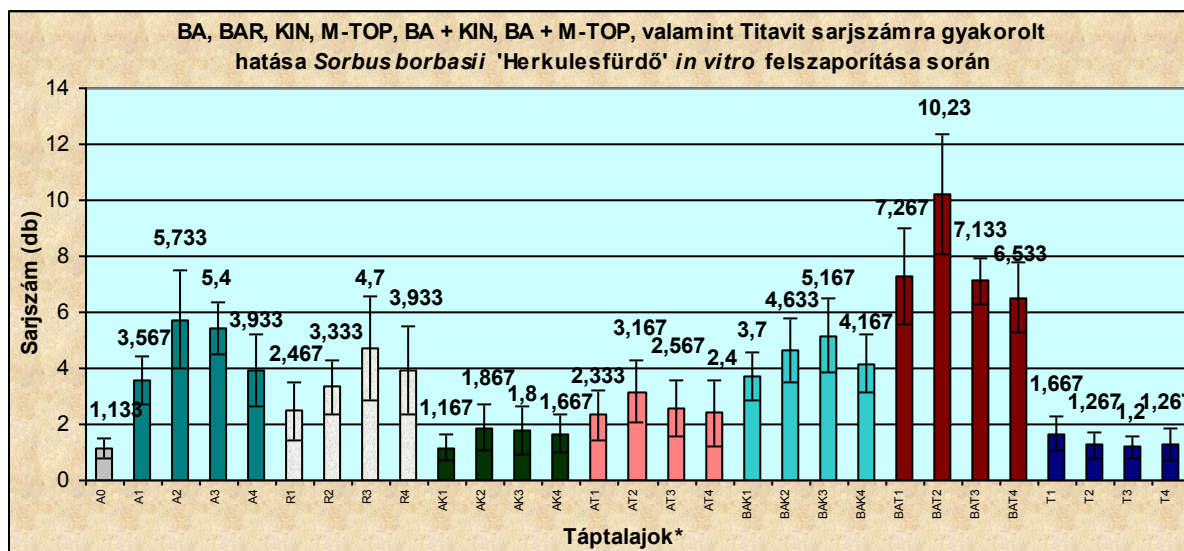
- Eredmények Titavit kiegészítésű táptalajokon

Ahogy a másik berkenyénél, itt sem képződött sok **sarj** Titavit hatására, a legtöbb (1,667 db) 0,5 mg/l esetén. Ez a Titavit mennyiség nem csak a kontrollhoz, de a többi Titavitos felszaporító táptalajhoz képest is jelentősen több sarjat eredményezett. A **sarjak hossza** csak 2,0 mg/l Titavit esetén haladta meg a 20 mm-t (21,2 mm), a kontrollhoz képest a többi koncentráció sem adott lényegesen jobb eredményt.

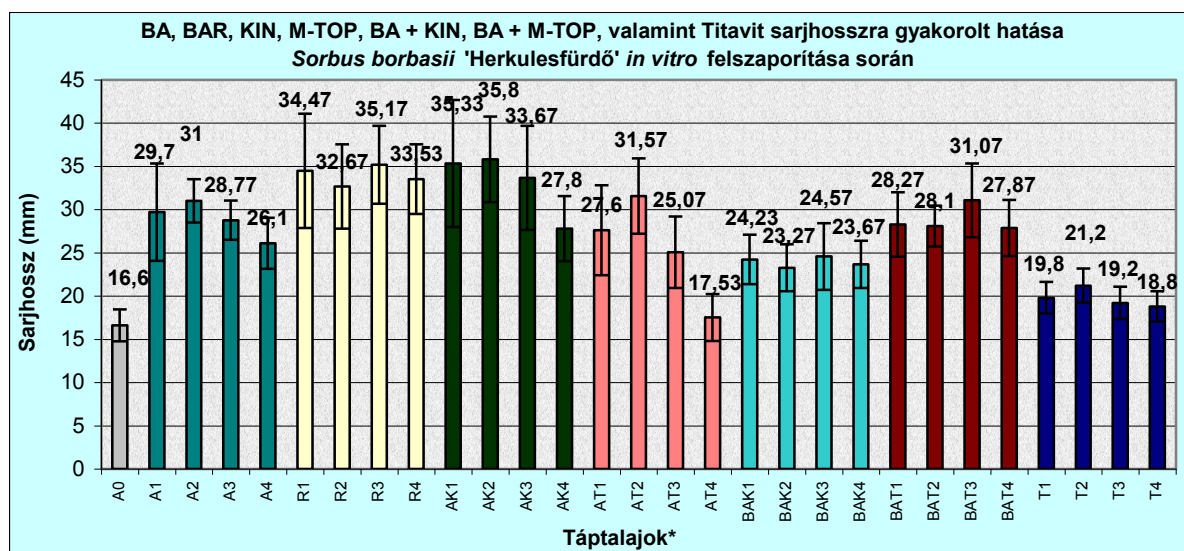
A felszaporítási kísérlet eredményét összefoglalva megállapítható, hogy a másik berkenyétől eltérően az szaporításhoz optimális a 0,5 mg/l BA + 0,5 mg/l TOP kombináció, és ebben az esetben a sarjak hossza is ideális a gyökeresítéshez.

A felszaporítási kísérletek összes klorofill tartalomra vonatkozó eredményei

A kontrollhoz képest nem jelentős mértékben, de magasabb értékeket tapasztaltunk **BA** kiegészítéseknél; a legnagyobb 1,107 mg/g-os klorofill szintű levelek 0,5 mg/l BA hatására fejlődtek. A **BAR** használata a BA esetén kapottakhoz képest csökkenést eredményezett; a legmagasabb értéket (0,547 mg/g) 0,25 mg/l



15. ábra A *Sorbus borbásii* 'Herkulesfürdő' sarjszáma vonatkozó felszaporítási eredményei



16. ábra A *Sorbus borbásii* 'Herkulesfürdő' sarjhossza vonatkozó felszaporítási eredményei

BAR hatására kaptuk. Emellett a kontroll és a többi felszaporító táptalajon kapott klorofill-átlagokhoz képest is kisebbnek bizonyult a BAR táptalajokon nevelt sarjak leveleinek klorofillszintje, a különbség a KIN-t, illetve Titavitot tartalmazó közegek

esetén kapott átlagértékekhez viszonyítva adódott szignifikánsnak. A **KIN** kezeléseknél kapott átlagok közt nem volt lényeges differencia. A legmagasabb klorofillszintű (1,397 mg/g) levelek 0,75 mg/l KIN-nél képződtek. Az 1 mg/l **TOP** eredményezte a legmagasabb értéket (1,067 mg/g). A **BA + KIN** kombináció nem vezetett még a csak BA-t tartalmazó táptalajoknál kapottakhoz képest sem magasabb klorofill tartalmakhoz (a legmagasabb - 1mg/g - klorofill tartalmat 0,25 mg/l BA + 0,5 mg/l KIN eredményezte); ráadásul a kombináción belüli BA-szint emelés fokozatos klorofill tartalom csökkenéssel járt. Szignifikáns eltérések nem mutatkoztak sem az egyes **BA + M-TOP** kiegészítések, sem a két citokinint külön-külön tartalmazó táptalajok, sem pedig a legtöbb felszaporító táptalaj eredményezte összes klorofill-átlagok között. Jelentősen csak a BA-t 0,25, 0,5, 0,75 mg/l koncentrációban tartalmazó BA + M-TOP együttesek, illetve a 0,5 és 2 mg/l Titavit kiegészítések során kapott értékek tértek el, az utóbbi javára. A kombináción belüli BA töményedés növekvő értékekhez vezetett, azaz a legmagasabb összes klorofillszintű (1,212 mg/g) levelek 1,0 mg/l BA + 0,5 mg/l M-TOP esetén fejlődtek. A **Titavitot** tartalmazó táptalajokon kaptuk a legnagyobb értékeket, főleg 0,5 és 2,0 mg/l Titavitnál (1,631 és 1,684 mg/g). Ezen átlagok nem csak a kontroll, hanem a legtöbb felszaporító táptalaj eredményezte értékek közül is szignifikánsan kiemelkedtek.

A felszaporítási kísérletek POD (gvajakol-peroxidáz) aktivitási eredménye

A **BA** alkalmazása számos esetben a BA + KIN vagy TOP kombinációknál is nem lényegesen, de fokozottabb POD aktivitásokhoz vezetett. A legmagasabb aktivitás átlagot (12,04 nkat/g) 1 mg/l BA eredményezte. Ez az érték egyrészt a 0,25 és 0,5 mg/l BA, másrészt csaknem mindegyik BAR, KIN, M-TOP, valamint 10 mg/l Titavit esetén kapott átlagokhoz képest jelentősen magasabb volt. A **BAR** kiegészítések hatására főleg a BA, KIN, M-TOP esetén kapottakhoz képest mutatkozott általában nem jelentősen, de fokozott aktivitás. A legmagasabb értéket (10,04 nkat/g) 1 mg/l BAR eredményezte. A **KIN** szinte minden felszaporító táptalajhoz képest alacsonyabb POD aktivitásokhoz vezetett, különösen 0,75 és 2 mg/l esetén (3,68 nkat/g). A legmagasabb aktivitást (5,353 nkat/g) 0,5 mg/l KIN eredményezte. Bár a legmagasabb **TOP** szint megemelkedett aktivitáshoz (8,363 nkat/g) vezetett, a többi TOP koncentrációnál kapott átlaggal összevetve nem mutatkozott szignifikáns különbség. A **BA + KIN** kombinációnál 0,25 mg/l BA + 0,5 mg/l KIN esetén kaptuk a legmagasabb (12,04 nkat/g-os) átlagot, de a többi kombináció átlaga is magas volt. A **BA + M-TOP** alkalmazásánál nagy aktivitás eltéréseket (0,5 mg/l BA + 0,5 mg/l TOP: 9,032 nkat/g; 1 mg/l BA + 0,5 mg/l TOP: 3,681 nkat/g) tapasztaltunk, de szignifikáns különbség csak a 0,25 és 1 mg/l BA + 0,5 mg/l TOP kombinációk közt volt. A **Titavit** használatakor a 2 mg/l-es koncentráció vezetett a legnagyobb aktivitáshoz (11,04 nkat/g).

A felszaporítási kísérletek növényeinek mikroszkópos vizsgálata Elektronmikroszkópos vizsgálatok (0,75 mg/l citokinin koncentrációk mellett)

0,75 mg/l BA hatására a közepesen szőrözött levél fonákon különböző méretű, nyitott sztómák, a csupasz színi oldalon erősen szabálytalan, éles szögekkel körvonalazott epidermisz-sejtek képződtek. Ugyanennyi **BAR**-koncentráció esetén csökkent a fonákon lévő szőrözöttség mértéke, és itt is változatos méretű, tágra nyitott gázcserenyílásokat találtunk. A levél felszínt borító sejtek mérete-alakja hasonlított az előző táptalajon kapottakhoz. A fonákon hasonlóan gyér számú szörképletet (illetve ugyancsak kopasz színi oldalt) eredményezett. A **KIN** még inkább kitágult, nagyon eltérő nagyságú (néhány esetben abnormálisan megnövekedett) és kiemelkedő sztómákkal, az eddigiekkel lényegében megegyező küllemű felszíni bőrszöveti sejtekkel. A szőrözöttség tekintetében nem, azonban a

sztómak állapotában jelentős változást tapasztaltunk a **TOP** használatakor: egyrészt, a gázcsereenyílások egy része még fejletlen volt, másrészt a nagyobbak javarészt többé-kevésbé bezárultak, nem emelkedtek ki túlzottan. A színi epidermiszt kevésbé határozott körvonalú sejtek alkották. A **Titavit** kiegészítések esetén a 10 mg/l-es koncentráció jóval szőrösebb fonákat, elmosódottabb kontúrokkal rendelkező színi és fonáki bőrszöveti sejteket, ám kevésbé nyitott gázcsereenyílásokat eredményezett mint a 0,5 mg/l *Titavit*.

A gyökeresítés eredménye (17-18. ábrák) *Titavit* (1-4 mg/l) és Humusz FW^R (1-2 ml/l) kiegészítéssel, AC-es (0,75 g/l) kontrollal, 2 napos 15 mg/l IVS kezelést követően

A **sarjszám**-átlagok között szignifikáns különbséget nem találtunk, a legtöbb (1,52 db) sarjat az 1 mg/l *Titavit* kiegészítés eredményezte. A **leghosszabb** sarjakat szintén ennél a koncentrációnál találtuk (34,96 mm-es), ez az érték egyébként nem különbözött szignifikánsan a kontroll sarjhosszúságtól, a kontroll táptalaj 0,75 g/l AC-t tartalmazott. A legnagyobb (79,31 %-os) **arányban** a kontroll táptalajon **gyökeresedtek** a sarjak, illetve mindkét Humusz-koncentráción 60 (64,6 és 69,2%) fölötti volt a gyökeresedett sarjak aránya. A **gyökérszám** 1 mg/l *Titavit* esetén volt a legmagasabb (5,21 db), a koncentráció emelése csökkenéshez vezetett. Szignifikáns mértékű eltérést sem a kontrollon kapott átlaghoz (4 db), sem a Humusz FW^R kiegészítésű táptalajok eredményezte értékekhez (3,27 és 3,11 db) képest nem tapasztaltunk. A **gyökerek hossza** többé-kevésbé fordított arányban állt azok számával, azaz rövidebb gyökerek elsősorban a kontrollon (45 mm) képződtek. A humuszos kiegészítés mind a kontrollon, mind a 4 mg/l *Titavit*-ot tartalmazó közegen kapott átlagokhoz képest jelentősen hosszabb (76,18 és 84,78 mm-es) gyökerek képződéséhez vezetett, amely az akklimatizálás szempontjából nem kedvező.

A gyökeresítési kísérletek eredményét összefoglalva megállapítható, hogy minden szempontból az optimális a 0,75 g/l aktív szén-t tartalmazó táptalaj. Ez az eredmény megegyezik a S. redliana esetén megfigyelttel.

A gyökeresítési kísérlet összes klorofill tartalomra vonatkozó eredményei

A kontrollon kapott 0,88 mg/g-os átlagnál csak 2 mg/l *Titavit* (0,89 mg/g), illetve a Humusz FW^R kiegészítések eredményeztek magasabb összes klorofill tartalmat, ehhez képest szignifikáns eltérést csak az 1,16 mg/g átlaghoz vezető 2 ml/l Humusz FW^R alkalmazásakor tapasztaltunk. Emellett 0,99%-os valószínűséggel mind a két humuszos közeg jelentősen megemelte a levelek átlagos összes klorofill tartalmát az 1 mg/l *Titavit* hatására kapott értékkel összehasonlítva.

A gyökeresítési kísérletek POD (gvajakol-peroxidáz) aktivitási eredménye

Titavit kiegészítések esetén ugyan mind a kontrollhoz, mind a Humusz FW^R tartalmú táptalajon kapott átlagokhoz képest alacsonyabb aktivitások mutatkoztak (2 mg/l *Titavit* hatására a legkisebb: 20,41 nkat/g), azonban szignifikáns mértékű eltéréseket nem tapasztaltunk. A Humusz FW^R a kontrollhoz képest is fokozottabb aktivitást eredményezett, különösen 2 mg/l koncentráció esetén (33,79 nkat/g).

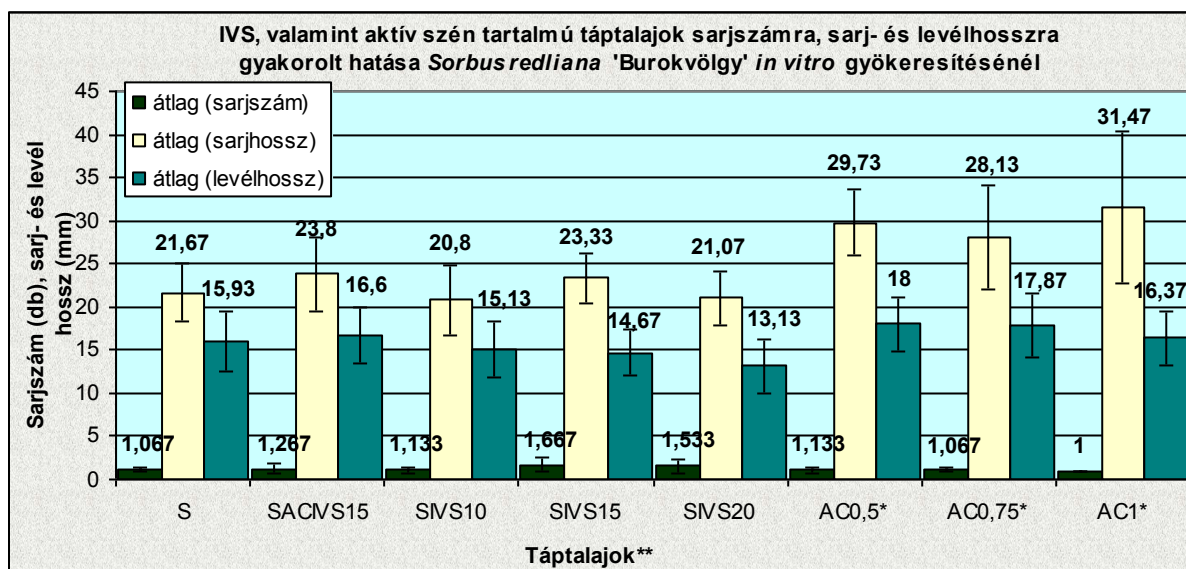
Jelentős eltéréseket – ahogy *S. redliana* 'Burokvölgy' esetén is – csak a felszaporító táptalajokon tapasztalt enzimaktivitás átlagokkal összevetve találtunk. Szinte minden esetben jelentősen magasabb enzimaktivitás jelentkezett a gyökeresítő táptalajok mindegyikén.

A gyökeresítési kísérletek növényeinek mikroszkópos vizsgálata

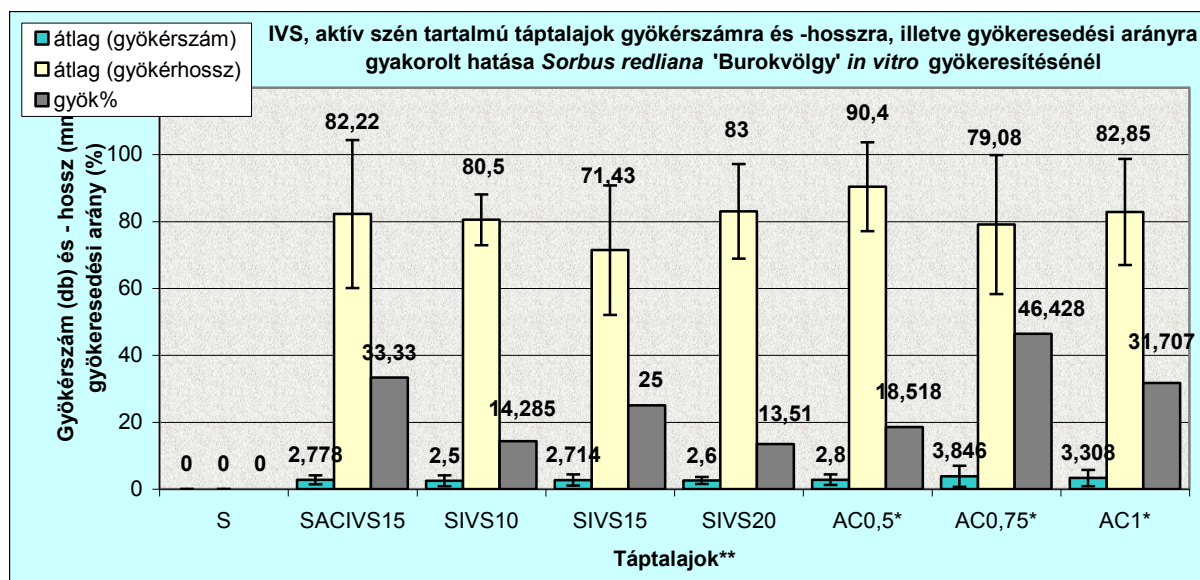
Elektronmikroszkópos vizsgálatok

A sokkolást követően alkalmazott táptalajokon nem zárultak össze a sztómak, mint a szabadföldi viszonyokon fejlődött növényről vett leveleken, ahol a jellegzetesen hosszúkás, zárt sztómak mellett a minden bizonnyal a vastagabb kutikula miatt

elmosódott körvonalú epidermisz sejteket találtunk. A szómák különösen 2 mg/l Titavit esetén nyíltak tágasra. Ez a koncentráció szembetűnően eltérő gázcsere nyílás nagyságokhoz is vezetett, illetve legkevesbé a Titavitot nem tartalmazó kontrollon. A leél színét és a fonákát borító epidermisz-sejtek (valamint a szótómák) alakja elsősorban 4 mg/l Titavit hatására kerekedett ki leginkább, míg az egyébként minden gyökeresítő táptalajnál viszonylag gyér fonáki szőrözöttség 1 mg/l Titavit használatakor volt a legnagyobb mértékű; ennek a táptalajnak a hatására a levél színén is képződtek itt-ott szörképletek.



17. ábra A *Sorbus borbásii* 'Herkulesfürdő' sarjszámra, sarj és levélhosszra vonatkozó gyökeresítési eredményei



18. ábra A *Sorbus borbásii* 'Herkulesfürdő' gyökérszámra, gyökérhosszra és gyökeresedési rátára vonatkozó eredményei

A gerberával (*Gerbera jamesonii* Bolus) folytatott kísérletek eredményei

Egy természetes növényi anyag, a triakontanol (TRIA) hatásait vizsgáltuk gerbera mikroszaporítása során. Alapközegként a MS alaptáptalajt használtuk, a szaporítási szakaszban 3 mg/l kinetin + 0,1 mg/l IVS kiegészítéssel, a gyökereztetési szakaszban növekedésszabályzó anyagok nélkül. A triakontanolt 2, 5, 10 ill. 20 µg/l koncentrációban adtuk a táptalajokhoz.

A felszaporítás eredményei

A szaporítási szakaszban a TRIA hatása a hajtások számának növekedésében nyilvánult meg. A hajtásszám a növekvő koncentrációval párhuzamosan szignifikánsan emelkedő értéket mutatott, a kontroll 4,7 db-hoz képest az 5 és 10 µg/l koncentrációnál 7,53 ill. 7,2 db hajtás képződését figyeltük meg. A hajtások hossza gyakorlatilag nem változott egyik kezelésben sem. Nem találtunk számottevő különbséget a hajtások friss és száraz tömegében; a szárazanyag tartalom azonban, ha kis mértékben is, de folyamatosan emelkedett a koncentráció növekedésével párhuzamosan.

A levelek klorofill tartalmát 1,76 mg/g-ra már a 2 µg TRIA koncentráció is szignifikánsan megnövelte, (kontroll: 1,35 mg/g) és a magasabb koncentráció tartományban további kismértékű növekedést regisztráltunk. A legmagasabb érték 2,18 mg/g volt a legmagasabb TRIA mennyiség esetén.

A gyökeresítés eredményei

A gyökereztetési szakaszban lehetőség volt rá, hogy a triakontanol hatását önmagában tanulmányozzuk, mivel a kísérletben vizsgált fajta kielégítően gyökeresedik hormonmentes közegen is. A TRIA szignifikánsan megnövelte a gyökeresedési arányt, ezzel párhuzamosan csökkentette a gyökerek kifejlődéséhez szükséges időt. A növényenkénti gyökerek száma a kontrollhoz (3,4 db) képest 5,8 db-ra ill. 6,2 db-ra emelkedett a 10 ill. 20 µg-os kezelésben. Az átlagos gyökérhossz lényegesen nem változott, szemmel látható volt viszont, hogy minden TRIA koncentráció mellett erősebb, vastagabb gyökerek képződtek a kontrollhoz képest. A hajtások hossza ezzel szemben minden kezelésben meghaladta a kontroll értékeket. A levelek száma gyakorlatilag nem változott az egyes kezelésekből, a levelek területe azonban a koncentráció emelkedésével párhuzamosan folyamatosan növekedett. Ezek a megfigyelések tükröződnek a tömeg adatok alakulásában is. Amikor külön-külön vizsgáltuk a hajtások és a gyökerek tömegadatainak alakulását, azt tapasztaltuk, hogy a kontrollt kivéve minden esetben a gyökerek szárazanyag tartalma volt a nagyobb, miközben a friss és száraztömeg értékek természetesen a lombzat esetében voltak magasabbak. A levelek szárazanyag tartalmának mintegy 20 %-os növekedését eredményezte az 5-20 µg/l triakontanol mennyiség. Ez gyakorlati szempontból azt jelenti, hogy a kezelt növények leveleinek alacsonyabb a víztartalma, és ez az akklimatizáció során javítja a túlélés esélyeit.

A levelek klorofill tartalma a 2 µg/l esetén még nem, de már 5 µg/l TRIA esetén szignifikánsan megemelkedett (3,28 mg/g) a kezelés hatására és a legmagasabb értéket a legnagyobb (20 µg/l) TRIA koncentráció mellett érte el (3,94 mg/g). A levelek magas klorofill tartalma az akklimatizáció szempontjából jelentős, a túlélés szempontjából fontos.

Az 'MM106' almaalany fajtaival folytatott kísérletek eredményei

Kísérleteinkben a Humus[®] FW és a Wuxal hatását teszteltük az *in vitro* alma alany hajtások gyökeresedésére vonatkozóan. Korábbi gyökeresítési és akklimatizációs kísérleteinkben az 'MM 106' alany nehezen gyökeresedő fajtának bizonyult, a gyökeresedési arány csak 37-46 % volt.

A Humus[®] FW-t a RIM (gyökérindukciós) táptalajhoz adagoltuk ötféle koncentrációban: 0, 0,5, 1,0, 1,5 és 2,0 ml⁻¹. A Humus[®] FW hatásának vizsgálatához azonban 10 kezelést állítottunk be; az első öt kezelésnél az adott humusz koncentrációkat vizsgáltuk úgy, hogy utána a REM (gyökér elongációs) táptalaj tartalmazta a Wuxal adalékot (mint a hagyományos technológiában), a második öt kezelés esetén azonban a REM táptalajból elhagytuk a Wuxal adalékot. Így lehetőség volt arra is, hogy a humusz és Wuxal közötti kölcsönhatás mértékét vizsgáljuk.

A gyökeresedési százalék esetén mind a Humus[®] FW, mind a Wuxal hatás, valamint a kölcsönhatás is statisztikailag szignifikánsnak bizonyult. A legalacsonyabb gyökeresedési arányt (50 %) abban az esetben kaptunk, amelyben nem használtunk Humus[®] FW-t és a gyökérelongációs táptalaj tartalmazta a Wuxal adalékot, ez a kezelés volt tulajdonképpen az abszolút kontroll-kezelés. Kissé meglepő módon már a Wuxal adalék elhagyása az elongációs táptalajból jelentősen megnövelte a gyökeresedési arányt: ezekben a kezelésekből mindenhol 90 % feletti eredményt értünk el, függetlenül a Humus[®] FW koncentrációtól.

Amennyiben a gyökérelongációs táptalaj Wuxal adalékot tartalmazott a Humus[®] FW hatása egy optimum görbével jellemezhető: a Humus[®] FW koncentráció növelése 1,5 ml/l-ig növelte a *gyökeresedési százalékot* (98 %), de a koncentráció további növelése (2,0 ml/l-re) már gátló hatást mutatott (82 %) a gyökeresedésre.

Hasonló eredményeket kaptunk a *gyökerek darabszámát* illetően is, legalacsonyabb értéket az abszolút kontroll-kezelésben kaptuk (2,52 db), erre a paraméterre is, a Wuxal elhagyása önmagában már jelentős darabszám növekedést eredményezett (6,12 db). A gyökerek darabszámát a kezelések szintén jelentősen befolyásolták, valamint a Wuxal x Humus[®] FW kölcsönhatás is szignifikáns volt. Amennyiben a REM táptalaj Wuxalt tartalmazott a gyökerek száma nőtt a Humus[®] FW koncentráció emelésével 1,5 ml/l-ig (12,08 db), majd csökkent. Wuxal-mentes elongációs táptalaj esetén az 1,0 ml/l Humus[®] FW alkalmazása eredményezte a legmagasabb gyökér-darabszámot (9,58 db).

Kisebb, de néhány esetben statisztikailag jelentős különbségeket találtunk a gyökerek hosszában is, a kezelések kölcsönhatása ennél a tulajdonságnál is szignifikánsnak bizonyult. Abban az esetben, ha az elongációs táptalaj tartalmazott Wuxalt, leghosszabb gyökerek az 1,0 és a 1,5 ml/l Humus[®] FW alkalmazása mellett fejlődtek (18,75 és 18,64 mm). A Wuxal-mentes táptalajon összességében rövidebb gyökerek fejlődtek, ebben az esetben csak a 0,5 ml/l Humus[®] FW alkalmazásával értünk el jelentős növekedést (18,45 mm).

Az előzmények ismeretében igen jelentős eredmény ebben a kísérlet sorozatban elért sokszor a 90 %-ot meghaladó gyökeresedési arány. Annak ellenére, hogy a gyökerek számát alapvetően a gyökérindukciós fázis első három napja határozza meg kísérleteinkben az alkalmazott kezelések mind a gyökérindukciós mind a gyökérelongációs szakaszban befolyásolták a gyökérkezdemények számát. *Eredményeinket összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a Humus[®] FW jelentősen javította az 'MM 106' alma alany in vitro gyökeresedését, az általunk javasolt gyökereztető módszer a következő: 1,5 ml/l Humus[®] FW tartalmú gyökérindukciós táptalaj, majd a hajtások átrakása 2 ml/l Wuxal tartalmú gyökérelongációs táptalajra.*